

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA
OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta
Institut Environmetálního inženýrství



HODNOCENÍ MIGRAČNÍCH OBJEKTŮ V KRAJINĚ

Bakalářská práce

Autor:
Vedoucí bakalářské práce:

Martin Stolář
Ing. Eva Lacková, Ph.D.

OSTRAVA 2013

VŠB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA
Faculty of Mining and Geology
Institute of Environmental Engineering



THE STUDY OF WILDLIFE CROSSINGS IN THE LANDSCAPE

Thesis

Author:
Supervisor:

Martin Stolář
Ing. Eva Lacková, Ph.D.

OSTRAVA 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Stolář**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 3904R005 Environmentální inženýrství
Téma: **Hodnocení migračních objektů v krajině**
The study of wildlife crossings in the landscape

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární přehled dané problematiky.
2. Proveďte a zpracujte analýzu přírodních podmínek a širších územních vtahů řešených lokalit.
3. Proveďte hodnocení vybraných migračních objektů dle doporučeného metodického postupu a na základě dosažených výsledků vypracujte rámcový návrh pro zvýšení funkčnosti daných objektů.
4. Text bude doplněn o tabelární, grafické a mapové výstupy.

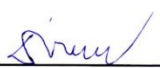
Seznam doporučené odborné literatury:

1. ANDĚL, P., et al., 2005: Hodnocení fragmentace krajiny dopravou. Metodická příručka. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 99 s.
2. BUČEK, A.: Geobiocenologie a tvorba územních systémů ekologické stability krajiny. In: Petrová, A., Matuška, P.: ÚSES – zelená páteř krajiny. Sb.sem. 6.-7. 9. 2005. AOPK ČR, Brno 2005: 5-15.
3. HLAVÁČ, V., ANDĚL, P., 2001: Metodická příručka k zajišťování průchodnosti dálničních komunikací pro volně žijící živočichy. AOPK ČR, Praha,
4. MADĚRA, P.; ZIMOVÁ, E. Metodické postupy projektování lokálního ÚSES. ÚLBDT LDF MZLU a Löw a spol., Brno. 2004, CD-ROM.
5. SKLENIČKA, P. Základy krajinného plánování. 2. vyd. Praha: Naděžda Skleničková, 2003. 321 s. ISBN 80-903206-1-9.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Eva Lacková, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2012
Datum odevzdání: 30.04.2013


prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu




prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu. Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3). Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO. Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution - NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>. Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona. Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30.4.2013

Martin Stolář

Martin Stolář

Poděkování

Touto cestou bych především poděkoval své vedoucí bakalářské práce Ing. Evě Lackové, Ph.D. za výborné vedení při psaní práce, za ochotu, trpělivost, čas, poskytnutí a doporučení materiálů a za připomínky a návrhy na zlepšení. Dále bych chtěl poděkovat rodině, která mi poskytla příznivé podmínky a klid pro vypracování a v neposlední řadě také přátelům, kteří na mě mysleli.

Tato práce byla vypracována s podporou projektu Příležitost pro mladé výzkumníky, reg. č. CZ.1.07/2.3.00/30.0016, podpořeného Operačním programem Vzdělávání pro konkurenceschopnost a spolufinancovaného Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je zhodnocení problematiky migračních objektů v krajině. Silnice a dálnice vytvářejí dlouhé, mnohdy pro živočichy nepřekonatelné bariéry. Práce se zaměřuje na tento globální problém a především se zabývá výčtem a charakteristikou migračních objektů a sleduje na praktických příkladech, zda takto vystavěné objekty plní svou funkci a slouží k migraci ne jen velkým savcům, ale i širokému spektru ostatní fauny. Práce je rozdělena na část teoretickou (rešeršní) a výzkumnou (praktickou). Pro účely hodnocení migračních objektů byl vybrán v České republice zatím jediný ucelený metodický postup s názvem Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy (Anděl et al., 2006).

Klíčová slova: migrace živočichů, dálnice, silnice, migrační objekty, migrační bariéry

Abstract

The aim of this thesis is to evaluate the issue of wildlife crossings in the landscape. Roads and highways form long, often insurmountable barriers for animals. The work focuses on this global problem and mainly deals with the enumeration and characterization of migratory objects and follows with practical examples, whether such objects built its function and is used to migrate not only large mammals, but also a wide range of other fauna. The thesis is divided into theoretical (search) and research (practical). For the evaluation of migration objects selected in the Czech Republic so far the only comprehensive methodology called migration objects to ensure continuity of roads and highways for wildlife (Anděl et al., 2006).

Keywords: migration animals, highways, roadway, wildlife crossings, migration barriers

Obsah

1. Úvod	1
1.1. Cíle práce	2
2. Úvod do problematiky	3
2.1. Migrace živočichů	3
2.1.1. Migrující živočichové	6
2.1.2. Dotčené druhy živočichů	6
2.1.3. Kategorizace živočichů dle migračních nároků	15
2.2. Krajina a její fragmentace	16
2.3. Územní systém ekologické stability	17
2.4. Migrační objekty	18
2.5. Ekodukty	20
2.5.1. Typy konstrukcí ekoduktů	21
2.5.2. Příklady migračních objektů ve světě	22
2.5.3. Metodiky pro realizaci ekoduktů	25
2.6. Opatření redukující mortalitu	26
2.7. Související zákony, vyhlášky a předpisy	26
3. Metodika	27
3.1. Vlastní metodika práce	27
3.2. Výpočet migračního potenciálu	28
3.2.1. Ekologický potenciál	28
3.2.2. Technická složka	30
3.2.3. Celkový migrační potenciál	31
4. Charakteristika vybraných zájmových lokalit	31
4.1. Charakteristika lokality č. 1	32
4.2. Charakteristika lokality č. 2	34
5. Výsledky	36
5.1. Stanovení migračního potenciálu lokality č. 1	36
5.1.1. Stanovení migračního potenciálu ekologického	36
5.1.2. Stanovení migračního potenciálu technického	36
5.1.3. Výpočet celkového migračního potenciálu	37
5.2. Stanovení migračního potenciálu lokality č. 2	37
5.2.1. Stanovení migračního potenciálu ekologického	37
5.2.2. Stanovení migračního potenciálu technického	38
5.2.3. Výpočet celkového migračního potenciálu	39
5.3. Rámcový návrh	40
5.4. Stanovení migračního potenciálu lokality č. 2 s návrhem	41
5.4.1. Stanovení migračního potenciálu ekologického	41
5.4.2. Stanovení migračního potenciálu technického	42
5.4.3. Výpočet celkového migračního potenciálu	43
6. Diskuze	45
7. Závěr	48
8. Seznam použité literatury	49
10. Seznam obrázků	53
11. Seznam grafů	54
12. Seznam tabulek	54
13. Fotografická příloha	55

Seznam zkratek

České zkratky

ČR	Česká republika
DMK	Dálkové migrační koridory
MP	Celkový migrační potenciál
MPE	Migrační potenciál ekologický
MPT	Migrační potenciál technický
MT	Migrační trasy
MVÚ	Migračně významná území
ÚSES	Územní systém ekologické stability
VVP	Vojenský výcvikový prostor
ZCHÚ	Zvláště chráněné území

Zahraniční zkratky

USA	United States of America
------------	--------------------------

1. Úvod

Živočichové se velice často ocitají v nepříjemných situacích, které nelze řešit jiným způsobem než změnou místažití. Nepříznivé podmínky pro život a tím také důvody k migraci jsou například nedostatek potravy, příliš velké množství predátorů, přemnožení, ale také nástup období rozmnožování, případně konkurenční boj o teritoria.

Velmi aktuálním problémem ve spojitosti s migrací jsou bariéry, které omezují a v některých případech úplně znemožňují živočichům volný prostup krajinou. Hlavním důvodem proč se tento problém začíná řešit v této době, jsou rozsáhlé změny ve struktuře krajiny. V dřívějších letech se prvky, které spojují jednotlivé ekosystémy, vyskytovaly plošně a přirozeně a tyto vlastnosti byly brány jako samozřejmost, proto se problémům s migrací živočichů nevěnovala taková pozornost. V dnešní době však tento problém narůstá s rozsáhlými výstavbami dopravních sítí, zvláště pak s nárůstem silniční dopravy, ale také například budováním lidských sídel, výstavbami průmyslových komplexů nebo zakládáním velkých polních lánů. Takto vznikají migrační bariéry a krajina přestává plnit automaticky svou spojovací funkci. Pro mnohé živočišné druhy se krajina stává neprůchodná a z dlouhodobého hlediska je ohrožena existence těchto druhů.

Největším problémem, který je i předmětem bakalářské práce je neustále se zvyšující procento nově vystavěných pozemních komunikací, zvláště pak dálničních spojů, které protínají významná migrační území sloužící pro přirozenou migraci například i zvláště chráněným druhům jako jsou medvěd hnědý (*Ursus arctos*), vlk obecný (*Canis lupus*), rys ostrovid (*Lynx lynx*), kočka divoká (*Felis silvestris*) nebo na vodu vázaná vydra říční (*Lutra lutra*), ale i ostatním živočichům, mezi něž patří srnec obecný (*Capreolus capreolus*), jelen lesní (*Cervus elaphus*), prase divoké (*Sus scrofa*), jezevec lesní (*Meles meles*), liška obecná (*Vulpes vulpes*) nebo zajíc polní (*Lepus europaeus*).

Bakalářská práce hodnotí a nastiňuje možné řešení problémů souvisejících se zprůchodňováním krajiny pro volně žijící živočichy.

1.1. Cíle práce

- Zhodnocení problematiky funkčnosti migračních objektů v krajině podle současně používané metodiky.
- Zpracování literárního pohledu na problém migrace živočichů a bariér s nimi spojených.
- Zmapování, zdokumentování a porovnání vybraných území a zjištění potenciálů pro migraci živočichů.
- Navržení rámcového opatření pro zvýšení funkčnosti vybraných migračních objektů.

2. Úvod do problematiky

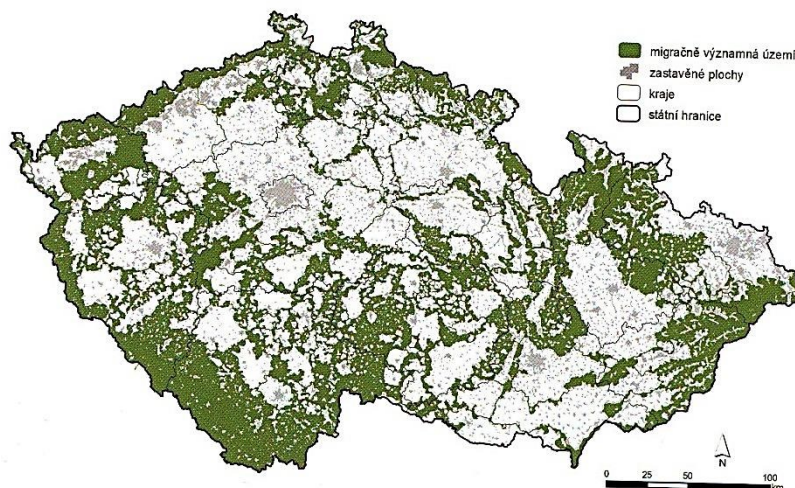
Tato kapitola je zpracována formou literární rešerše, v rámci které jsou řešeny důležité pojmy spojené s tématem bakalářské práce. Základem je shrnutí veškerých nastudovaných poznatků o problematice hodnocení migračních objektů v krajině.

2.1. Migrace živočichů

Živočišná říše je plná migrujících jedinců a jejich migrační cesty procházejí nejrůznějšími prostředím, zejména prostředím vodním, suchozemským nebo vzdušným (Alerstam et al., 2003). I přesto, že schopnost živočichů se pohybovat, je jednou z jejich nejobecnějších vlastností, fakt související s jejich migrací je světovým fenoménem řešící se napříč živočišnými taxony, třídami i jejich prostředím (Beardsley, 2007).

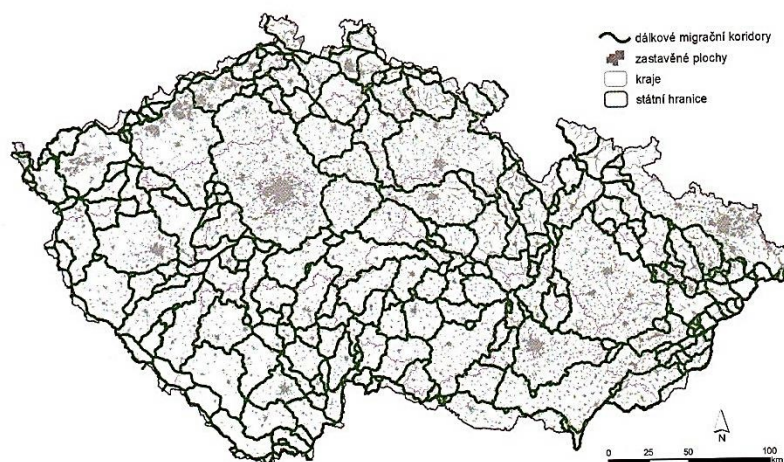
Migrace se charakterizuje jako přemísťování jedinců, ale i celých populací a je podmíněna především působením vnějších činitelů, mezi které patří nevyhovující klima, nedostatek potravy, potřeba nalezení vhodných podmínek pro rozmnožování, snížení možnosti kontaktu s predátory, zvětšující se nároky na prostor, atd. (Fryxell & Sinclair, 2003). Míra migrace je u různých druhů živočichů různá a je podmíněna vysokou populační hustotou (Bukovjan & Havránek, 1998). Živočichové se v krajině pohybují různými způsoby a s různým záměrem (Anděl et al., 2010). Někdy se jedná i o částečně pasivní přesuny, kterým napomáhá větrné proudění, voda nebo jiní živočichové (Bowlin et al., 2010). Při migraci živočichové vždy opouštějí svá teritoria, to znamená, že překračují hranice území, kde trávili velkou část svého života (Beardsley, 2007). Kromě migrací na dlouhé vzdálenosti to jsou také rozptýlené pohyby za účelem šíření populací, sezónní pohyby, ale i denní pohyby za potravou, úkrytem, vodou apod. Z hlediska konektivity krajiny je obtížné tyto pohyby od sebe oddělit. Základním opatřením jak ochránit migraci a výskyt druhů, je vymezení částí krajiny, které mají pro tento účel zásadní význam (Anděl et al., 2010).

Migračně významná území (dále jen MVÚ) (Obr. 1) – jsou oblasti stálého výskytu velkých savců i prostory potřebné k migraci chránící propustnost krajiny jako celku. Celková rozloha MVÚ představuje dle Anděla (2011) na území České republiky 42 % z celkové rozlohy státu.



Obr. 1 Mapa migračně významných území, Zdroj: Anděl, 2011

Dálkové migrační koridory (dále jen DMK) (Obr. 2) – jsou vedeny uvnitř MVÚ a představují prostory pro zajištění alespoň minimální průchodnosti krajiny. Jsou reprezentovány osou a bufferem o šířce 250 m na každou stranu. Jsou vymezeny v místech, která jsou v současnosti stále ještě průchozí, přičemž se často jedná o poslední možnosti, kudy mohou živočichové, zejména velcí savci projít. Pokud je DMK přerušen bariérou, označuje se tato lokalita jako místo kritické. Přitom je podmínkou, že kritická místa je možné technicky reálnými prostředky zprůchodnit. Místa, která jsou dnes průchozí, ale s velkým omezením, jsou označena jako místa problémová. Požadavkem pro ochranu DMK je, že v nich nesmí být povolovány žádné stavby, které by snížily migrační propustnost koridoru (Anděl et al., 2010).



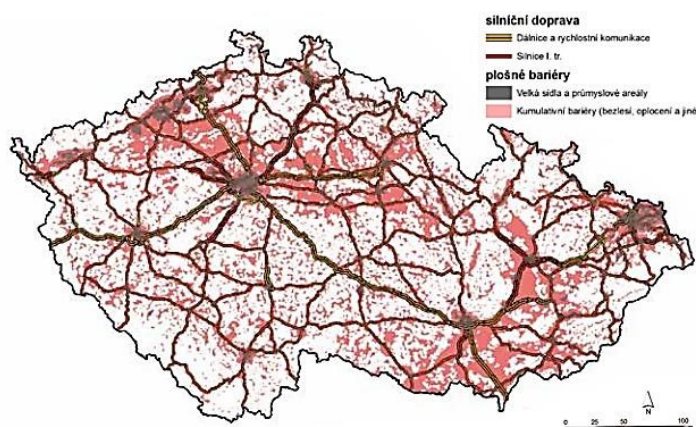
Obr. 2 Mapa dálkových migračních koridorů, Zdroj: Anděl, 2011

Migrační trasy (dále jen MT) – představují konkrétní technické nebo krajinné řešení ve vybraných kritických a problémových místech, zpracované v podrobném měřítku s návrhem detailních opatření. MT by měly být realizovány v rámci investiční přípravy (Anděl et al., 2010).

Migrační bariéry

Hlavním problémem migrace jsou tzv. migrační bariéry a především jejich kumulace. Hlavní migrační bariéry v ČR jsou zaznamenány na mapě níže (Obr. 3). Migrační bariéry jsou struktury v krajině, které brání volnému pohybu živočichů. Rozdělují se z hlediska migrace velkých savců na následující skupiny (Anděl et al., 2010).

- I. Silnice a dálnice
- II. Železnice
- III. Vodní toky a vodní plochy
- IV. Ploty a ohradníky
- V. Osídlení
- VI. Bezlesí



Obr. 3 Mapa migračních bariér, zdroj: Anděl et al., 2010

2.1.1. Migrující živočichové

Za volně žijící živočichy jsou považováni podle zákona č. 114/1992 Sb., O ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů, jedinci živočišného druhu, jestliže se populace tohoto druhu v přírodě udržují anebo udržovaly samovolně, včetně druhu v přírodě nezměněného nebo v přírodě vyhynulého a to i v případě chovu jedince v lidské péči nebo jiného ovlivňování jeho vývoje člověkem.

2.1.2. Dotčené druhy živočichů

Efekt migračních bariér se projevuje především na druzích středních a velkých savců, protože tyto druhy obývají velká území, ale jejich populace čítá malý počet jedinců (Linnell et al., 1996). Menší druhy savců, jako jsou např. hlodavci, nejsou ovlivněni tak výrazně, protože mají dostatečně početné populace a vyskytují se na izolovaných krajinných celcích. Kromě toho mají malí savci možnost překonávat pozemní komunikace jinými způsoby, které se jim nabízí v podobě různých trubních propustí (kapitola 2.4.), kterých je pod komunikacemi velké množství (Hlaváč & Anděl, 2001).

V rámci bakalářské práce jsou v této kapitole zmíněny zejména druhy středně velkých a velkých savců, kteří jsou na území ČR autochtonní a mohou být velice často ovlivňováni bariérovým efektem komunikací a fragmentací krajiny. Jedná se zejména o Jelenu lesního (*Cervus elaphus*), Losa evropského (*Alces alces*), Srnce obecného (*Capreolus capreolus*), Prase divoké (*Sus scrofa*), Ryse ostrovida (*Lynx lynx*), Medvěda hnědého (*Ursus arctos*) a Vlka obecného (*Canis lupus*). Tyto druhy jsou v následující podkapitole stručně charakterizovány.

Sudokopytníci (*Artiodactyla*)

Jelen lesní (*Cervus elaphus*)

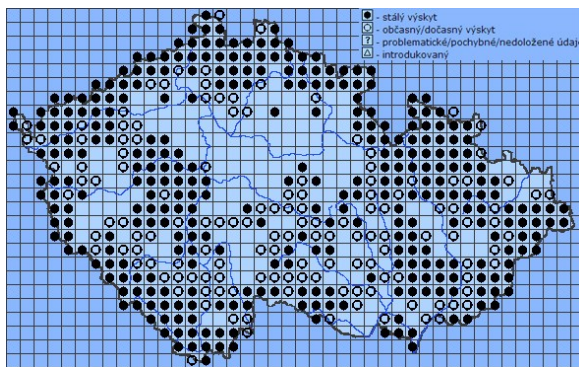
Podřád: přežvýkaví (*Ruminantia*)

Čeleď: jelenoví (*Cervidae*)



Obr. 4 Jelen lesní, Zdroj: www.nature-photogallery.eu (5. 11. 2012)

Rozšíření a prostředí



Obr. 5 Mapa výskytu jelena v ČR, zdroj: www.biolib.cz (5. 11. 2012)

pohraniční oblasti (Červený, 2010).

Chování a migrace

Jelen je sociálně žijící druh. Žije zejména v tlupách, které tvoří samice s mláďaty spolu s nedospělými samci. Dospělí samci tvoří mládenecké tlupy. Staří samci mohou žít i samotářsky (Anděra & Červený, 2000). Jeleni obývají plochu o rozloze cca 0,4 – 0,8 km² a velikost stád je ovlivněna ročním obdobím, potravní nabídkou, prostředím a zdravotním stavem zvířat (Richard et al., 2010). Jeleni podnikají obecně dva typy migrací. Jsou to sezónní migrace za potravou a přesuny v době říje. Tyto migrace čítají několikakilometrové přesuny. Ty nejdelší mají ve světovém měřítku až okolo 50 – 60 km (Hlaváč & Anděl, 2001).



Obr. 6 Jelen lesní – stopy (a) chůze, (b) běh, zdroj: Jureček & Vlachovič, 2006

Los evropský (*Alces alces*)

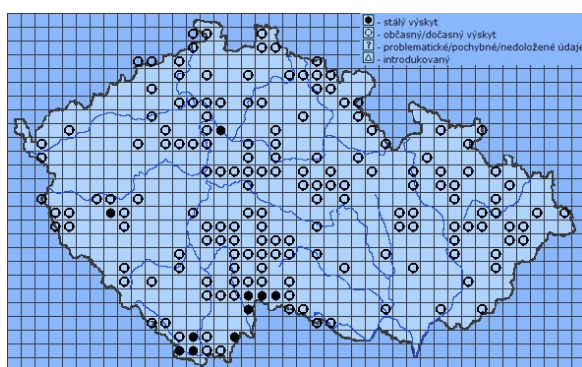
Podřád: přežvýkaví (*Ruminantia*)

Čeleď: jelenoví (*Cervidae*)



Obr. 7 Los evropský, Zdroj: www.britannica.com (5. 11. 2012)

Rozšíření a prostředí



Obr. 8 Mapa výskytu losa v ČR, zdroj: www.biolib.cz (5. 11. 2012)

Ve 14. století byl los v Evropě vyhuben. Od 50. let se začíná v Evropě opět objevovat a do ČR se dostává nejvíce jako migrant z Polska (Veselovský & Hanzák, 1975) a dokonce se i na jednom místě v okolí Lipna a na Šumavě vytvořila stálá populace (Homolka, 1998). Je to druh, který se zdržuje v bažinatých, listnatých lesích nížin

a pahorkatin, ale i v mokřadech, které jsou bohaté na měkké dřeviny, jako je olše, bříza, osika (Anděra & Hanzal, 1995).

Chování a migrace

V letním období žije los jako samotář, pouze v zimě se krávy s telaty sdružují do menších skupin. V těchto nepříznivých dobách osidlují území o rozloze cca 0,5 km², ale na podzim podnikají až stokilometrové migrační cesty (Červený, 2010).

Srnec obecný (*Capreolus capreolus*)

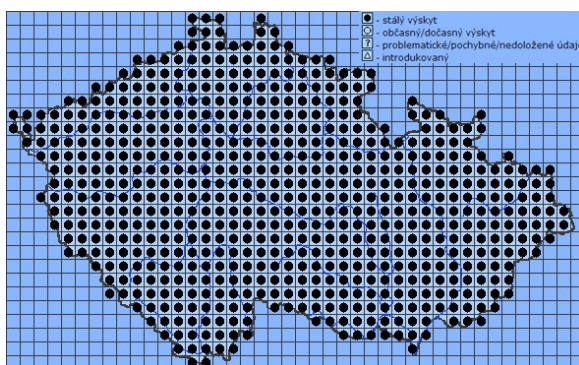
Podřád: přežvýkaví (*Ruminantia*)

Čeleď: jelenovití (*Cervidae*)



Obr. 9 Srnec obecný, Zdroj: www.nature-photogallery.eu (5. 11. 2012)

Rozšíření a prostředí



Obr. 10 Mapa výskytu srnce v ČR, zdroj: www.biolib.cz (5. 11. 2012)

Přirozeným stanovištěm srnce je fragmentovaná krajina s převažujícím podílem listnatých lesů (Veselovský & Hanzák, 1975). Nalézt ho můžeme hlavně v otevřené krajině s menšími lesními celky, poli a křovinami, avšak díky své přizpůsobivosti okolnímu prostředí dokáže žít na různých stanovištích od zemědělské

obhospodařované krajiny v nížinách až po lesy v horských oblastech po celé České republice.

Chování a migrace

Srnčí zvěř je sociálně velice variabilní. V létě žije většinou samotářsky na poměrně malém území o rozloze asi 2 – 3 ha (Červený, 2010). Naopak v podzimních a zimních měsících se hojně sdružují jedinci obojího pohlaví do větších tlup, kdy z polí mizí kukuřičné lány a jiný dočasný kryt tvořený z pozdních plodin, a v lesích se prosvětlují porosty opadem listů a podnikají pochody za potravou, vodou, úkrytem. Sezónní sdružování do tlup je ovlivněno hustotou zazvěření (Scherer, 2009).



Obr. 11 Srnec obecný – stopy (a) chůze, (b) běh, zdroj: Jureček & Vlachovič, 2006

Prase divoké (*Sus scrofa*)

Podřád: **nepřežvýkaví (*Nonruminantia*)**

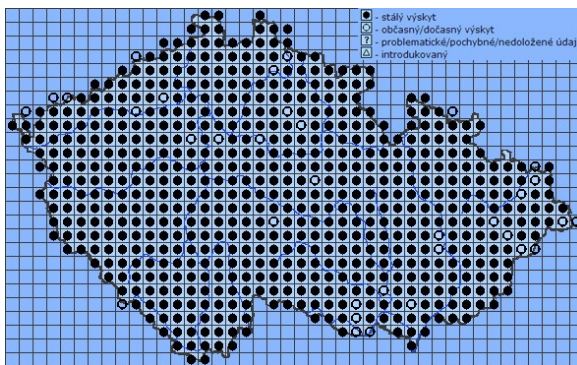
Čeleď: **prasatovití (*Suidae*)**



Obr. 12 Prase divoké, Zdroj: www.nature-photogallery.eu (5. 11. 2012)

Rozšíření a prostředí

Na přelomu 18. a 19. století byla divoká prasata v ČR téměř vyhubena, zachovala se pouze



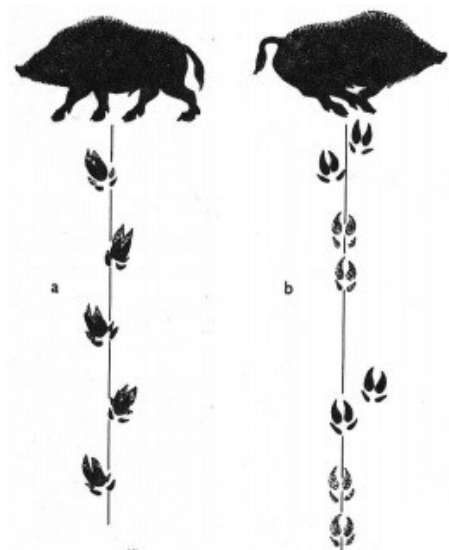
Obr. 13 Mapa výskytu prasete divokého v ČR, zdroj: www.biolib.cz (5. 11. 2012)

v oborních chovech (Červený, 2010). Po 2. světové válce se začaly z těchto chovů rozšiřovat, ale i migrovat z okolních států (Polsko, Německo) (Veselovský & Hanzák, 1975). V současné době je prase divoké rozšířeno po celé České republice a obývá všechny typy stanovišť, kromě vysokých horských oblastí. Nejvíce se zdržuje

v listnatých lesích. Jeho početnost velice rychle roste a to i přes snahu redukovat populace odstřelem (Červený, 2010).

Chování a migrace

Prase divoké se zdržuje v tlupách, které jsou tvořeny bachyní, lončáky a selaty. Staří samci se k těmto tlupám připojují jen v době páření, po zbytek roku žijí samotářsky. Tento druh nedodržuje stálá teritoria. Jeho velikost se pohybuje od 2 – 20 km². Nejvyšší aktivitu vyvíjejí v noci, kdy uskutečňují přesuny za potravou, při kterých mohou urazit až několik desítek kilometrů (Červený, 2010). Při svých cestách velice často musí zdolávat mnoho překážek, jako jsou řeky nebo silniční síť, kde se často stávají oběťmi dopravních nehod (Veselovský & Hanzák, 1975).



Obr. 14 Prase divoké – stopy (a) chůze, (b) běh, zdroj: Jureček & Vlachovič, 2006

Šelmy (Carnivora)

Rys ostrovid (*Lynx lynx*)

Podřád: pozemní šelmy (*Fissipedia*)

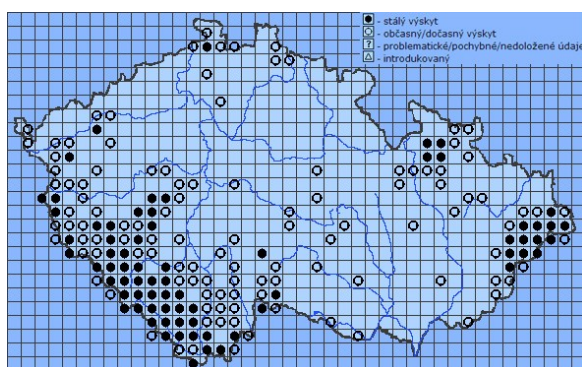
Čeleď: kočkovití (*Felidae*)



Obr. 15 Rys ostrovid,
Zdroj: www.vivo.sk (5.
11. 2012)

Rozšíření a prostředí

Kolem druhé poloviny 19. století byl v Čechách rys vyhuben. Na Moravě a ve Slezsku



Obr. 16 Mapa výskytu rysa v ČR, zdroj: www.biolib.cz
(5. 11. 2012)

bylo vyhubení pozvolnější díky migraci ze Slovenska. Ve 20. století se díky reintrodukčním programům začal opět objevovat v Bavorském lese a na Šumavě. Dnes je nejčastěji pozorován v Beskydech, Jeseníku a na Chodsku (Červený, 2010). Nejvhodnější pro život rysa jsou horské jehličnaté a smíšené lesy s bylinnými

pasekami. Je to druh osidlující horské lesy s nadmořskou výškou od 700 – 1500 m n. m. (Škaloud, 2009).

Chování a migrace

Rys ostrovid je samotářský druh, hlídající si své teritorium o rozloze cca 360 km². (Hetherington et al., 2008). V době hledání teritoria urazí mladí jedinci až 8 km za den (Škaloud, 2009).



Obr. 17 Rys ostrovid –
stopy (a) chůze, (b) běh,
zdroj: Jureček &
Vlachovič, 2006

Medvěd hnědý (*Ursus arctos*)

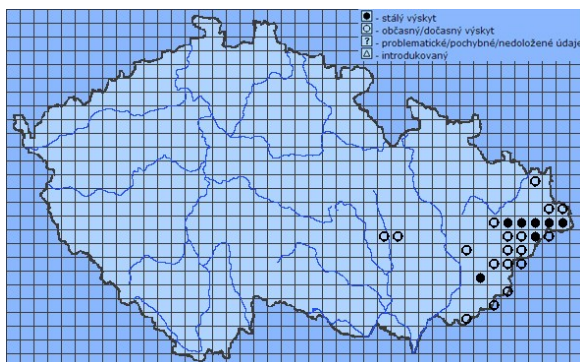
Podřád: **pozemní šelmy (*Fissipedia*)**

Čeleď: **medvědovití (*Ursidae*)**



Obr. 18 Medvěd hnědý, Zdroj:
www.selmy.cz (5. 11. 2012)

Rozšíření a prostředí



Obr. 19 Mapa výskytu medvěda v ČR, zdroj:
www.biolib.cz (5. 11. 2012)

Medvěd hnědý byl v Čechách vyhuben už v 18. století, ale už od roku 1963 se v ČR opět vyskytuje. Napomáhá k tomu šíření z Polska a Slovenska. Stálý výskyt je zaznamenáván v Beskydech, Jeseníku, ale i Náchodsku (Červený, 2010). Medvěd je druh, který vyhledává horské smíšené a jehličnaté lesy s množstvím pasek s bylinným porostem (Škaloud, 2009).

Chování a migrace

Samci a samice bez mláďat žijí většinou samotářsky. Jejich teritoria mají okolo 1400 ha a domovské okrsky cca 2200 ha (Škaloud, 2009). Početné populace ze Slovenska migrují převážně západním a jihozápadním směrem a urazí tak několik set kilometrů (Hlaváč & Anděl 2001).

Vlk obecný (*Canis lupus*)

Podřád: **pozemní šelmy (*Fissipedia*)**

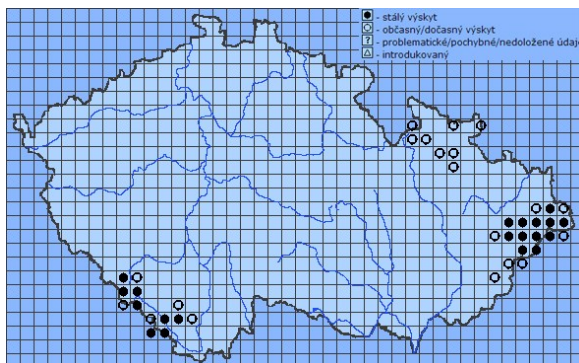
Čeleď: **psovití (*Canidae*)**



Obr. 20 Vlk obecný,
Zdroj: www.selmy.cz
(5. 11. 2012)

Rozšíření a prostředí

Po dobu 19. století byl vlk obecný v ČR vyhuben, ale v poslední době se opět navrácí díky

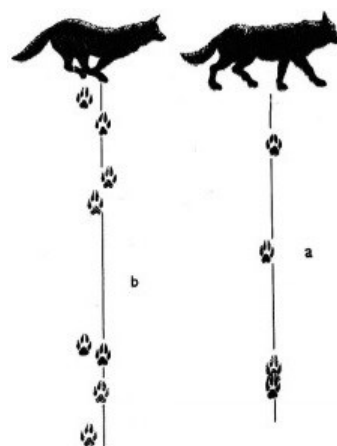


Obr. 21 Mapa výskytu vlka v ČR, zdroj: www.biolib.cz
(5. 11. 2012)

populacím v Polsku a Slovensku. Dnes je zaznamenána v Beskydech populace čítající 3 – 10 kusů (Červený, 2010). K životu si vybírá pustiny a tmavé lesy, ale i volné krajiny, proto jej můžeme spatřit v obilných polích nebo v blízkosti lidských obydlí (J ędrzejewski et al., 2007).

Chování a migrace

Vlk je velice sociální typ, který žije po celý svůj život v rodině nebo ve smečce. Velikost teritoria závisí na dostupnosti potravy, proto v létě je menší než v zimě (Veselovský & Hanzák, 1975). V letním období se velikost teritoria pohybuje od 60 – 150 km² v zimě pak 125 – 205 km² (J ędrzejewski et al., 2007).



Obr. 22 Vlk obecný – stopy stopy
(a) chůze, (b) běh, zdroj: Jureček
& Vlachovič, 2006

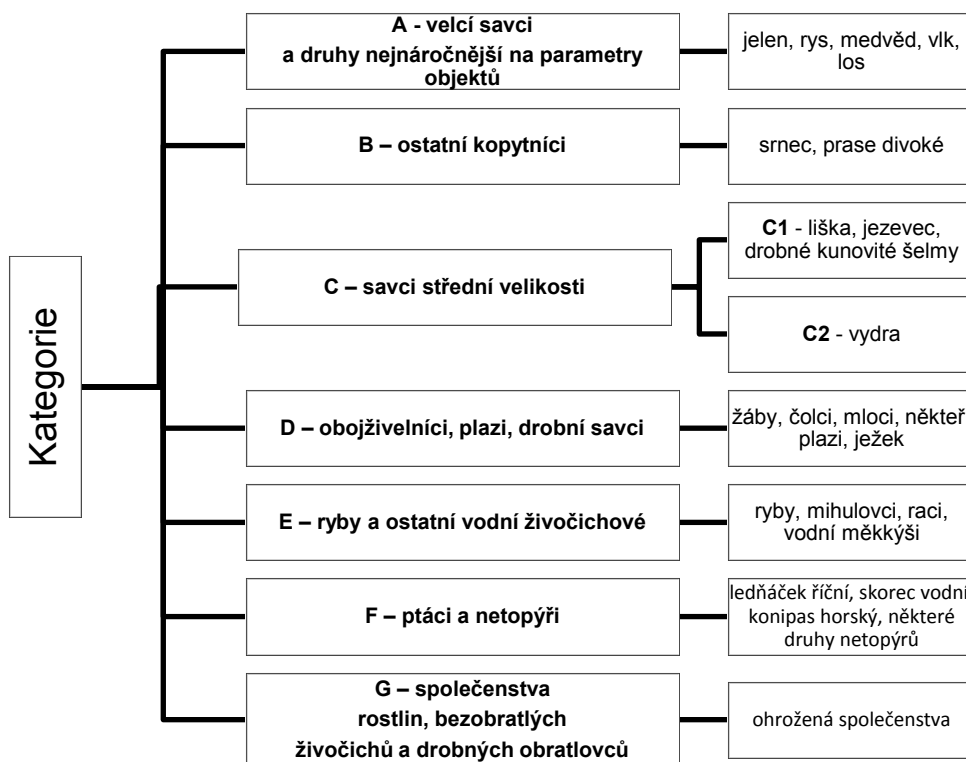
Tabulka 1 Přehled středních a velkých savců, jejich migrace a rozšíření v ČR (upraveno podle Hlaváč & Anděl, 2001)

Druh	Rozšíření v ČR	Migrace
Jezevec lesní (<i>Martes martes</i>)	Hojný na většině území, teritoria 400 – 500 ha	Teritoriální druh, migrace mladých jedinců
Psík mývalovitý (<i>Nyctereutes proc.</i>)	Nepůvodní druh	Migrace po celém území státu
Bobr evropský (<i>Castor castor</i>)	Povodí Moravy, Odry dolního Labe, Jižní a Západní Čechy, rychle se šířící druh	Migrace vázána na vodní toky
Vidra říční (<i>Lutra lutra</i>)	Rozšíření ve třech izolovaných populacích	Denní přesuny až 30 km, daleké migrace samců, vazba na vodní toky
Vlk obecný (<i>Canis lupus</i>)	Ojedinelý výskyt, zatoulané kusy	Pohyblivý druh, během noci urazí až 60 km
Rys ostrovid (<i>Lynx lynx</i>)	Ostrůvkové rozšíření, druh se šíří do nových oblastí	Teritoriální druh, daleké migrace mladých jedinců
Liška obecná (<i>Vulpes vulpes</i>)	Hojná na celém území, teritoria od 0,2 – 20 km ²	Teritoriální druh, migrace mladých jedinců do 15 km
Kočka divoká (<i>Felis silvestris</i>)	Vzácný výskyt, teritoria pouze desítky ha	Výrazně teritoriální druh, velmi malá migrační schopnost
Medvěd hnědý (<i>Ursus arctos</i>)	Ojedinelý výskyt v Beskydech a Jeseníkách	Migrace na velké vzdálenosti
Prase divoké (<i>Sus scrofa</i>)	Hojné na celém území	Pohyblivý druh, během noci urazí až 40 km, dlouhé všesměrné migrace
Srnc obecný (<i>Capreolus capreolus</i>)	Hojný na celém území	V létě stály, v zimě migrace za potravou
Muflon obecný (<i>Ovis musimon</i>)	Nepůvodní druh, výskyt na cca 40% území	V létě stálý, v zimě sdružování do tlup delší migrace nepodniká
Daněk evropský (<i>Cervus dama</i>)	Nepůvodní druh, výskyt na cca 30% území	Teritoriální druh
Jelenec běloocasý (<i>Odocoileus virginianus</i>)	Nepůvodní druh, chov v oborách	Náhodná
Paovce hřivnatá (<i>Ammotragus levia</i>)	Nepůvodní druh, chov v oborách	Náhodná
Kamzík horský (<i>Rupicapra rupicapra</i>)	Nepůvodní druh, izolované lokality	Náhodná
Koza bezoárová (<i>Capra aegagrus</i>)	Nepůvodní druh	Náhodná
Jelen sika (<i>Cervus nippon</i>)	Nepůvodní druh	Náhodná
Jelen evropský (<i>Cervus elaphus</i>)	Lesnaté horské oblasti	Migrace pravidelné, za potravou a na říjiště i nepravidelné dlouhé migrace
Los evropský (<i>Alces alces</i>)	Vzácný - Pošumaví, Jindřichohradecko, Tábořsko, Nymbursko	Často nerespektuje teritoria, jednotlivé kusy podnikají daleké migrační cesty

2.1.3. Kategorizace živočichů dle migračních nároků

Jednotlivé druhy mají různé migrační nároky na parametry migračních objektů. Z praktických důvodů je vhodné rozdělit druhy do základních kategorií s podobnými vlastnostmi ve vztahu k migraci. V následujícím grafickém zobrazení (Graf 1) je znázorněno sedm základních kategorií.

Kategorie se od sebe odlišují v závislosti na citlivost k bariérovému efektu pozemních komunikací i v nárocích na migrační objekty. Za nejvíce citlivé se považují druhy s velkými domovskými okrsky, které při migracích překonávají velké vzdálenosti (kat. A) a také druhy, které v pravidelných sezónních cyklech mění svá prostředí (např. obojživelníci kat. D). Tato kategorizace má hlavně praktický význam a představuje značné zjednodušení proto v ní řada druhů, není zahrnuta (Anděl, 2011).



Graf 1 Rozdělení vybraných volně žijících živočichů do kategorií podle nároků na migrační objekty. Kategorie A-největší nároky až kategorie G-nejmenší nároky. (upraveno podle Anděl, 2011)

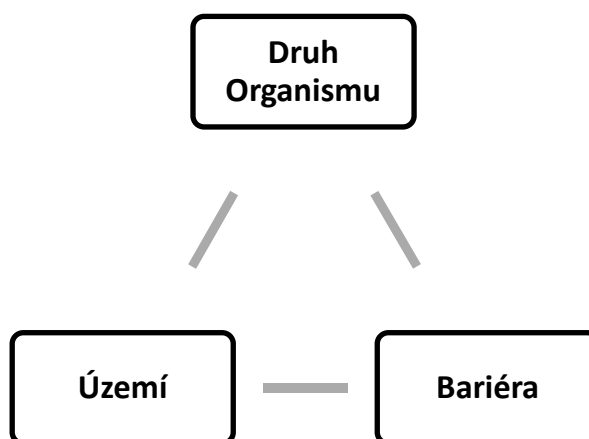
2.2. Krajina a její fragmentace

V rámci problematiky migrace živočichů je rovněž důležité zmínit pojem krajina a její fragmentace, neboť témata spojená s pochopením krajinných struktur jsou vzhledem ke správnému posouzení migračních objektů jedním z klíčových elementů.

Pojem krajina lze vysvětlit pomocí mnoha definic, což je dokladem její velmi složité podstaty, ale i řady pohledů na ni (Sklenička, 2003). Základní pohledy na krajiny mohou být dle různých oborů například ekologické, antropocentrické, společenské, hospodářské, kulturní, archeologické apod.

Pro bakalářskou práci, bylo zvoleno pojetí ekologické, neboť nejlépe vystihuje podstatu zvoleného tématu. Z tohoto pohledu Lipský, 1998 definuje krajinu jako systém přírodních, resp. přírodních a člověkem pozmeněných elementů, jejichž vztahy mohou být harmonické či nevyvážené. Předmětem tohoto pojetí je struktura, funkce a dynamika krajiny a také pro její pochopení je klíčová znalost její heterogenity, skladebných prvků, charakteru vazeb a toků mezi těmito prvky (Lipský, 1998).

Pojem fragmentace pochází z latinského slova fragmentum, které znamená zlomek, úlomek, kousek. Fragmentace je tedy proces, při kterém dochází k rozdělování celku na dílčí kusy, zlomky. Je to proces, při kterém se krajinné celky dělí vlivem vytvářením bariér na části, které mohou postupně ztrácet schopnost vykonávat původní funkce. Při popisu fragmentace se setkáváme se třemi subjekty. Obr. 23 znázorňuje vzájemné propojení těchto subjektů v krajině.



Obr. 23 Vzájemně propojené subjekty fragmentace krajiny, (upraveno podle Anděl & Gorčicová, 2005)

Hodnocený biologický systém – je to biologický systém na úrovni populace, společenstva nebo ekosystému, který je předmětem z hlediska fragmentace. Základními atributy biologického systému jsou afinita k biotopu a schopnost migrace.

Zájmové území – je to část povrchu Země, na kterém se fragmentace vyskytuje. Základními vlastnosti zájmového území jsou plocha a zastoupení biotopů.

Fragmentační bariéra – je to překážka rozdělující původní území na dílčí části tak, že pohyb organismů klesne na tak nízkou míru, že už nemůže být území považováno za jeden celek. Fragmentační bariérou může být např. železniční nebo silniční komunikace, městská zástavba apod. Základními vlastnostmi této bariéry jsou délka a propustnost (Anděl & Gorčicová, 2005).

2.3. Územní systém ekologické stability

Na fragmentaci krajiny úzce navazuje problematika územního systému ekologické stability, což je důležitý prostředek k pochopení a vytváření funkčních krajinných struktur.

Podle zákonů č. 17/1992 Sb., O životním prostředí a č. 114/1992 Sb., O ochraně přírody a krajiny ve znění pozdějších předpisů, je územní systém ekologické stability (dále ve zkratce ÚSES) vzájemně propojený soubor přirozených i pozmeněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, který udržuje přírodní rovnováhu (Nepomucký, 1996).

Základní význam pro územní zabezpečení ekologické stability krajiny mají ekologicky významné segmenty krajiny. Jsou to ty části krajiny, které jsou tvořeny nebo v nichž převažují ekosystémy s relativně vyšší ekologickou stabilitou. Vyznačují se trvalou biodiverzitou a ekologickými podmínkami umožňujícími existenci druhů přirozeného genofondu krajiny (Buček & Lacina, 1993).

ÚSES můžeme rozdělit dle Anděla, 2011 na ekologicky významné segmenty krajiny podle:

- a) prostorově strukturních kritérií (velikost a tvar, stupeň stejnorodosti ekologických podmínek a současný stav biocenózy) na ekologicky významné krajinné prvky, ekologicky významné krajinné celky, ekologicky významné krajinné oblasti a ekologicky významná liniová společenstva.
- b) převažující funkce na biocentra, biokoridory, ochranné zóny biocenter a biokoridorů, interakční prvky.

Biocentrum je skladebná část ÚSES. Je to ekologicky významná část krajiny, která svou velikostí a podmínkami umožňuje trvalou existenci druhů, společenstev přirozeného genofondu krajiny (Maděra, Zimová, 2005). V případě nehostinného okolí jsou tedy biocentra jakési „ostrovy“, tedy části krajiny s vyšší hodnotou. Jako biocentra se vyhláší zejména např. lesní komplexy, luční společenstva nebo vodní prvky. Biocentra se mohou prostorově překrývat se ZCHÚ (Anděl, 2011).

Biokoridor je další skladebnou částí ÚSES. Je to část, která je tvořena ekologicky významnými segmenty krajiny a jeho funkcí je propojovat jednotlivá biocentra a umožňovat tak migraci a pohyb a udržovat tak vzájemné kontakty živočichů. Na rozdíl od výše uvedeného biocentra se od něj liší tím, že nemusí udržovat trvalou existenci všech zastoupených druhů. Funkčnost biokoridoru závisí na jeho prostorovém rozložení (délka, šířka), na ekologických podmínkách, ale i na druhovém složení jednotlivých biocenóz (Maděra & Zimová, 2005).

Interakční prvky jsou významné ekologické prvky a liniová společenstva, která vytvářejí příznivé prostředí pro existenci rostlin a živočichů a tak významně ovlivňuje fungování ekosystémů v kulturní krajině. Slouží živočichům jako místo úkrytu, získání potravy, rozmnožování a jako orientační body. Nejčastěji se vyskytují jako ekotonová společenstva lesních okrajů, drobné meze, remízky, vodní toky, solitérní dřeviny, aleje, vysokokmenné sady, drobná prameniště apod. (Anděl, 2011).

Dle biogeografického významu (stupeň biologické rozmanitosti, reprezentativnosti a unikátnosti společenstev, výskyt vzácných a ohrožených druhů společenstev) lze ÚSES rozlišit na lokální, regionální, nadregionální, provinciální, biosférické úrovně (Buček & Lacina, 1993).

Cílem zabezpečování územního systému ekologické stability krajiny je uchování a podpora rozvoje přirozeného genofondu krajiny, zajištění příznivého působení na okolní, ekologicky méně stabilní části krajiny a jejich prostorové oddělení. Dále podporování, možnosti polyfunkčního využívání krajiny, uchování významných krajinných fenoménů apod. (Nepomucký, 1996).

2.4. Migrační objekty

Migrační objekty neboli průchody jsou objekty umožňující migraci živočichů přes silnici, dálnici a jiné migrační bariéry. Průchody lze rozdělit na nadchody a podchody. Pro lepší pochopení problematiky je nutné rozlišovat pojmy most a průchod, protože ne každý

most slouží k migraci zvířat, naopak jako průchody mohou fungovat také jiné objekty (speciální průchody pro vybrané skupiny živočichů, tunely nebo propustky) (Hlaváč & Anděl, 2001).

Podchody

U těchto migračních objektů probíhá migrace spodem, pod úrovní komunikace. Dále se rozděluje na propustky a mosty na komunikaci.

- **Propustky** mají dvě funkce. Jsou navrhovány, aby odváděly srážkové vody, popřípadě drobné stálé vodoteče. Druhou funkcí je umožnění migrace drobných živočichů, jimiž jsou např. žáby, čolci, mloci, někteří plazi, drobné kunovité šelmy, vydry a drobní savci.
- **Mosty na komunikaci** jsou realizovány na trase silnic a dálnic za účelem překonávání terénních depresí, vodních ploch, údolí, vodotečí, sídel, silnic všech kategorií, železnic, lesních a polních cest. Tyto stavby mají vzhledem k migraci živočichů charakter podchodů a umožňují živočichům relativně bezpečné překonání pozemní komunikace pod mostní konstrukcí.

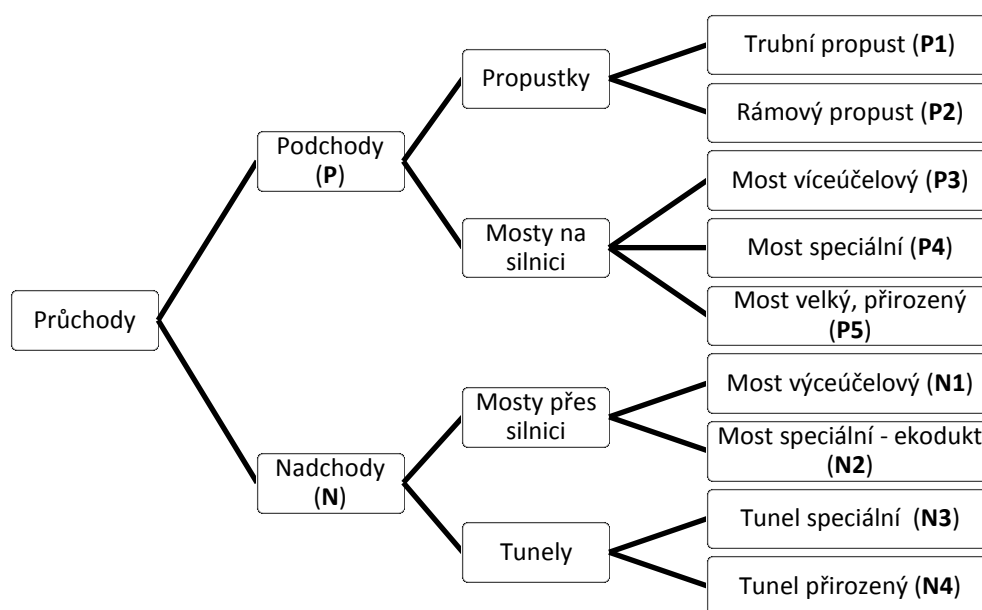
Nadchody

U těchto migračních objektů probíhá migrace vrchem, nad úrovní komunikace. Dále se rozděluje na mosty přes komunikaci a tunely.

- **Mosty přes komunikaci** jsou mosty primárně navržené pro překonávání komunikací všech kategorií i polní a lesní cesty. Poskytují velmi malou možnost migrace živočichů. Tyto mosty využívají pro migraci nejvíce savci středních velikostí, jako jsou například liška obecná, jezevec lesní, kočka divoká, kuna lesní, kuna skalní, vydra říční, atd. Do této kategorie se řadí i speciální mosty, které jsou vytvořeny zvláště pro překonávání komunikací živočichy a zajišťují tak jejich migraci, nazýváme je ekodukty (více kapitola 2.6.). Speciálním typem jsou také mosty pro živočichy žijící v korunách stromů, jako je veverka obecná, plch lesní a další drobní živočichové. Při realizaci těchto nadchodů se využívá mýtných bran nebo jsou vytvořeny speciální lávky nad komunikací.
- **Tunely** jsou objekty, které jsou realizovány za účelem překonávání městských zástaveb či morfologie terénu. U těchto objektů je funkce migrační pouze doprovodná, avšak krátkých tunelů mohou využívat pro účely migrace

zejména drobní a středně velcí savci. Migrační funkce je primárně zajištěna nad konstrukcí tunelu. Tyto prostory nad tunelem mohou být ponechány v přirozeném stavu před ražbou či hloubením nebo mohou být speciálně upraveny pro zvýšení migračního efektu, tzn. ekodukty tunelovitého typu (Anděl, 2011).

V grafickém znázornění (Graf 2) je provedena kategorizace průchodů přes komunikace. Je založena na základním technickém dělení silničních objektů a respektuje obdobné dělení ze zahraniční literatury.



Graf 2 Kategorizace průchodů přes komunikace, (upraveno podle Hlaváč & Anděl, 2001)

2.5. Ekodukty

Pojem ekodukt je odvozen z latinského slova oikos (dům, prostředí) a duco (vést něco). Jsou to speciální mostní objekty, které slouží k zachování spojitosti životního prostředí a migračních tras živočichů. Výstavbou těchto objektů přes pozemní komunikace lze omezit riziko střetu vozidel s přebíhajícími živočichy (Hlaváč & Anděl, 2001; Libosvár, 2011).

Z definice ekoduktů vyplývá jejich základní rozdělení, která se ovšem funkčně prolíná.

- a) Ekodukty zajišťující návaznost jednotlivých typů přírodních stanovišť. Pro tyto účely je nutné volit rostlinou skladbu tak, aby odpovídala rostlinné skladbě

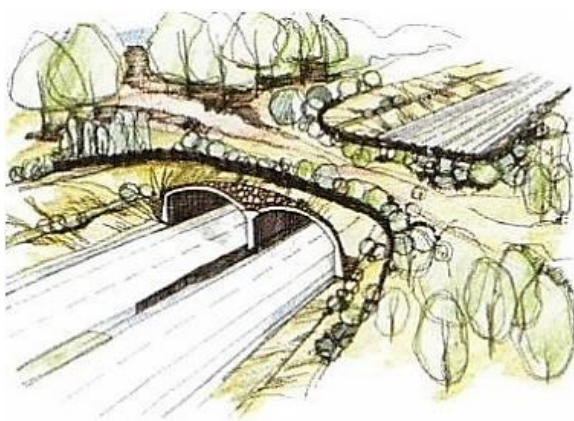
propojovaných stanovišť a pomocí ekoduktu byly zajištěny funkce šíření semen a přenosu reprodukčního materiálu.

- b) Ekodukty zajišťující migrační trasy živočichů. Tyto ekodukty mají speciální význam pro migrující faunu přes různé typy komunikací. Ekodukty zajišťující migraci velkých savců se nazývají cervidukty. Živočichům je tak umožněno aby mohli nerušeně překonat překážku vrchem nad komunikací a neohrozili tak sebe ani provoz pod nimi. Výsadbou dřevinného, keřového a bylinného patra je mimo jiné dosaženo odclonění a odhlučnění od hluku způsobený dopravou. Další funkcí ekoduktu je zajištění a udržení genetického kontaktu (páření) populací živočichů, které by v případě migrační bariéry mohly vznikat odděleně na rozdílných stranách komunikací.

Tyto typy se od sebe liší jednak rozměry a pak také vegetační skladbou. Aby se dosáhlo co nejefektivnějších výsledků je vhodné tyto dva typy spojovat. Ekodukty někdy mohou být označovány jako „zelené mosty”. Vzhledem k velice vysokým finančním nákladům, jsou funkce ekoduktů částečně nahrazovány běžnými, finančně méně náročnými, technickými zařízeními, jako je např. oplocení, které zabráňuje vstupu do komunikace, avšak zcela znemožňuje genetický kontakt (Hlaváč & Anděl, 2001).

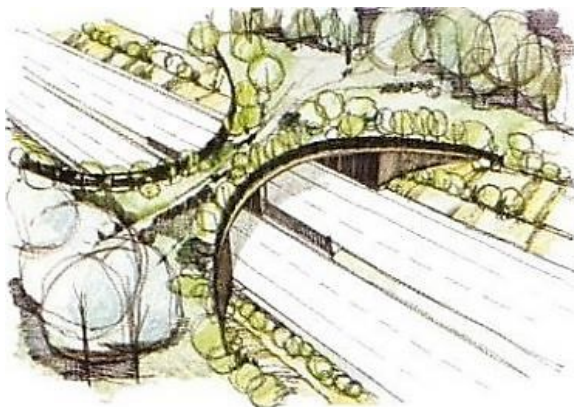
2.5.1. Typy konstrukcí ekoduktů

Ekodukty jsou realizovány ve třech konstrukčních typech:



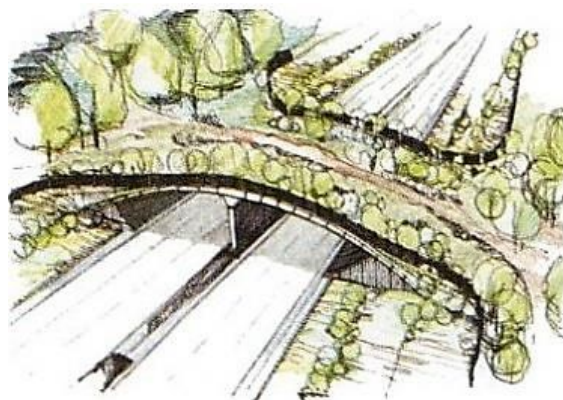
Typ tunelovitý – tento typ se využívá v hlubokých terénních zářezech. Hlavní výhodou je možnost provedení vegetačních úprav k zajištění propojení biotopů a tak zajištění migrace nejširšího spektra druhů (Obr. 24).

Obr. 24 Tunelovitý typ ekoduktu, zdroj:
www.evernia.cz (26. 6. 2011)



Obr. 25 Typ ekoduktu s hyperbolickým půdorysem, zdroj: www.evernia.cz (26. 6. 2011)

Typ klenutý – tento typ se převážně využívá v rovinatém terénu. Jeden takovýto typ ekoduktu je vytvořen například v kanadské provincii Alberta a slouží především medvědům grizzly k překonávání dálnice (Obr. 26) (Anděl, 2011).



Obr. 26 Klenutý typ ekoduktu, zdroj: www.evernia.cz (26. 6. 2011)

2.5.2. Příklady migračních objektů ve světě

Problematicke migračních bariér pro volně žijící živočichy se věnuje v poslední době mnoho pozornosti. V mnoha zemích Evropské unie se ekodukty považují jako běžná součást frekventovaných silnic a dálnic. Velké zkušenosti mají např. ve Francii (Obr. 27), kde byly nejstarší migrační objekty vybudovány během roku 1950 (Chilson, 2003).



Obr. 27 Ekodukt ve Francii, zdroj: www.loodusajakiri.ee (20. 11. 2012)



Obr. 28 Grevesmühlen (Německo), zdroj: www.national-geographic.cz (20. 11. 2012)

Dalšími zeměmi, které výrazně přispívají k zlepšení průchodnosti krajinou, pro volně žijící živočichy jsou, Německo, Švýcarsko, Nizozemsko, Španělsko a Belgie.

Příkladem mohou být stavby v Grevesmühlen (Obr. 28) a Birkenau v Německu nebo ve španělském Can Pagá ve Vallés Oriental (Obr. 29), ale také v Nizozemsku, které má v rámci svých hlavních, ale i vedlejších silnic vystavěno více než 600 takovýchto migračních objektů. Zejména pro zajištění migrace velkých savců, například ekoduk v oblasti Borkeldu.

Nizozemsko je také vlastníkem nejdelšího ekoduktu světa, který je postaven v Natuurbrug Zanderij Crailo (Obr. 30) a je 800 metrů dlouhý a 50 metrů široký.



Obr. 29 Can Pagá ve Vallés Oriental (Španělsko), zdroj: www.national-geographic.cz (20. 11. 2012)



Obr. 30 Natuurbrug Zanderij Crailo (Nizozemsko), Zdroj: www.national-geographic.cz (20. 11. 2012)

Nejvýznamnější migrační objekt v Belgii je v národním parku Hoge Kempen (Obr. 31). I Chorvatsko, přesto že nepatří mezi nejbohatší evropské státy, prokázalo, že není lhostejné vůči volně žijícím živočichům (kapitola 2.1.1.) a vystavělo v letech 1998 – 2004 43 dálničních mostů a tunelů umožňující migraci živočichů, z nichž největší ekodukt Ivačevo Brdo (Obr. 32) je široký 120 m (Clevenger, 2007).



Obr. 31 Národní park Hoge Kempen (Belgie), zdroj: www.amusingplanet.com (20. 11. 2012)

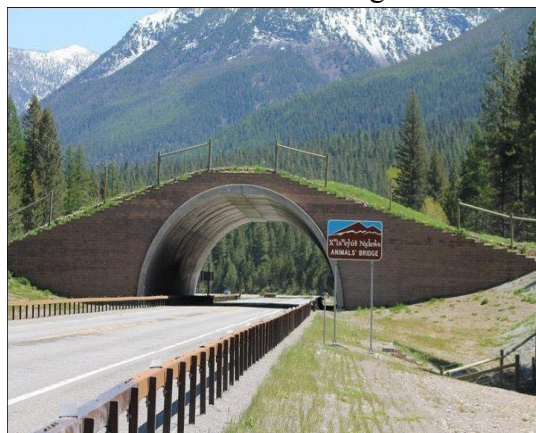


Obr. 32 Ekodukt Ivačevo Brdo (Chorvatsko), zdroj: www.selmy.cz (20. 11. 2012)

Ne jen evropské státy napomáhají k migraci živočichů. Migrační objekty jsou také nedílnou součástí USA a Kanady, ale i Austrálie. V USA jsou vystavěny migrační objekty blízko jezera Keechelus Lake ve Washingtonu dále v rezervaci Wachtung v New Jersey



Obr. 33 Rezervace Wachtung v New Jersey (USA), zdroj: www.twistedsifter.com (20. 11. 2012)



Obr. 34 Rezervace Flathead Indian v Montaně (USA), zdroj: www.twistedsifter.com (20. 11. 2012)

(Obr. 33) nebo Scotch Plain také v New Jersey a v rezervaci Flathead Indian v Montaně (Obr. 34). Na Floridě jsou vybudovány vodní příkopy (Obr. 35) pro aligátory, aby tak zabránili střetu s jedoucimi automobily. Četně je jich vybudováno také v národním parku Banff (Obr. 36) v kanadské provincii Alberta a poskytují tak bezpečný průchod pro medvědy, losy, jeleny, vlky a mnohé další druhy (Clevenger, 2007).

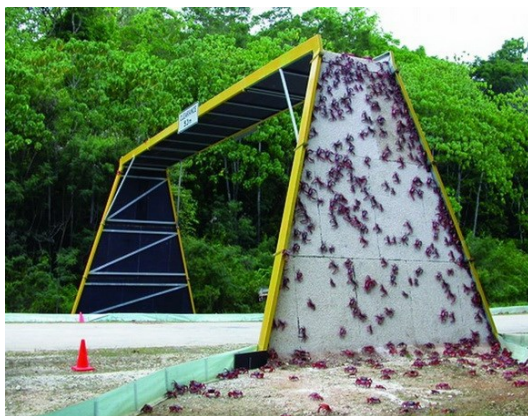


Obr. 35 Příkopy pro aligátory Florida (USA), zdroj: www.zmescience.com (20. 11. 2012)



Obr. 36 Národní park Banff Alberta (Kanada), zdroj: www.national-geographic.cz (20. 11. 2012)

Dalším státem podporujícím migraci živočichů je Austrálie, která má postaveny migrační objekty např. v Queensland nebo jeden speciální nadchod pro kraby v národním parku Christmas Island (Obr. 37). I na africkém kontinentu jsou vybudovány pro živočichy podchody pod silnicemi, např. podchod pro slony v Keni (Obr. 38).



Obr. 37 Přečhod pro kraby v národním parku Christmas Island (Austrálie), zdroj: www.zmescience.com (20. 11. 2012)



Obr. 38 Podchod pro slony (Kenya), zdroj: www.amusingplanet.com (20. 11. 2012)

2.5.3. Metodiky pro realizaci ekoduktů

V ČR byly vydány v roce 2006 Ministerstvem dopravy České republiky technické podmínky č. 180: Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy. V Evropě je v současné době s těmito stavbami dostatek zkušeností. Problematicke, která vede, k snižování mortality živočichů na pozemních komunikacích se věnují v zahraničí např. (Iuell et al., 2003) výsledek evropského projektu COST 341 (Esswein, 2002), v USA a Kanadě byla k řešení těchto problémů založena specializovaná společnost. ARC (Animal Road Crossing) je společnost, která spolupracuje s vládou, s firmami zajišťujícími výstavbu dálnic, ale také s universitami, které se tímto zabývají a tak přináší nové metodiky k řešení problému (www.arc-solutions.org). V České republice se tomuto problému věnuje např. doc. RNDr. Petr Anděl, CSc., který úzce spolupracuje se střediskem Agentury ochrany přírody a krajiny ČR. Toto úsilí vyústilo ve zpracování publikace „Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy: technické podmínky“, kterou schválilo Ministerstvo životního prostředí ČR jako podklad pro přípravu a povolování staveb dalších silnic a dálnic. Hlavním předmětem, který řeší metodika je střet fauny (biologická složka) a komunikace (antropogenní složka) (Anděl et al., 2006). Metodika je založená na hodnocení fragmentace a migrační propustnosti.

Pro navrhování dopravních staveb byla napsána publikace Posouzení vlivu pozemních komunikací na mortalitu a migraci velkých savců (Kušta, 2011).

2.6. Opatření redukující mortalitu

Opatření redukující mortalitu – tyto technické opatření znemožňují vstup živočichům do komunikace (např. oplocení, svodidla), Tabulka 2 (Anděl et al. 2006)

Tabulka 2 Opatření redukující mortalitu (upraveno podle Anděl, 2011 a Anděl et al., 2006)

Redukce mortality	Speciální opatření	Mechanické bariéry	Ploty	Oplocení, umělé odpuzovače, varovná značení a systémy, protihlukové stěny, umělé osvětlení, směrové sloupky
			Bariéry pro obojživelníky	
			Protihlukové clony	
		Ostatní bariéry	Zvukové	
			Světelné	
			Pachové	
Redukce mortality	Úprava biotopu	Snížení atraktivity bezprostředního okolí pozemní komunikace		Odstranění vegetace, výsadba vegetace (živé ploty), výběr druhů rostlin

2.7. Související zákony, vyhlášky a předpisy

Zákony

č. 17/1992 Sb.	O životním prostředí
č. 114/1992 Sb.	O ochraně přírody a krajiny
č. 334/1992 Sb.	O ochraně zemědělského půdního fondu
č. 111/1994 Sb.	O silniční dopravě
č. 289/1995 Sb.	O lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon)
č. 13/1997 Sb.	O pozemních komunikacích
č. 100/2001 Sb.	O posuzování vlivů na životní prostředí (v platném znění)
č. 164/2001 Sb.	O přírodních léčivých zdrojích, zdrojích přírodních minerálních vod, přírodních léčebných lázních a lázeňských místech a o změně některých souvisejících zákonů (lázeňský zákon)
č. 254/2001 Sb.	O vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
č. 86/2002 Sb.	O ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší)

České státní normy

ČSN 73 62 00	Mostní názvosloví
ČSN 73 61 00	Názvosloví silničních komunikací
ČSN 73 61 01	Projektování silnic a dálnic
ČSN 73 61 10	Projektování místních komunikací

Uvedený výčet legislativy není vyčerpávající, byla zde zmíněna legislativa nejbližší se dotýkající tématu bakalářské práce.

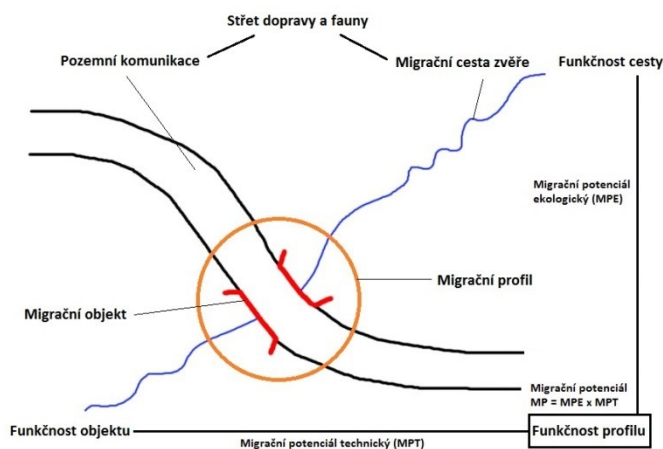
3. Metodika

3.1. Vlastní metodika práce

V úvodní části bakalářské práce byla vytvořena kapitola „Úvod do problematiky“, která shrnuje poznatky k tématu migrace živočichů. Tato kapitola byla sepsána na základě shromáždění a studia dostupné literatury a prací odpovídajících tématu. Na základě získání ucelených informací, byla vytvořena praktická část práce, jejímž výsledkem bylo provedení zhodnocení funkčnosti migračních objektů ve zvoleném území na základě výpočtu celkového migračního potenciálu. Pro tyto účely byla zpracována komplexní analýza zájmových lokalit, a to migračního nadchodu (ekoduktu), v blízkosti rychlostní komunikace R35 v katastrálním území Dolní Újezd u Lipníka nad Bečvou a migračního podchodu na komunikaci E75, nacházejícího se v oblasti Jablunkovského průsmyku v katastrálním území Jablunkov. V prvním případě se jedná o hodnocení migračního objektu vedoucího nad komunikací, tzn. nadchodu. V druhém případě se jedná o využití jako migračního objektu mostní estakády č. 11 – 193, čili z pohledu dělení migračních objektů podchodu. Tyto dvě diferentní lokality byly zvoleny za účelem možnosti srovnání různých migračních objektů dle použité metodiky. Lokality byly charakterizovány a analyzovány na základě dostupné literatury, ale zejména dle vlastních terénních šetření, které probíhaly pravidelně od roku 2012 v měsíčních intervalech. Ve vegetačním období byly prováděny inventarizace bylinné a dřevinné složky na hodnocených lokalitách, v zimním a částečně i letním období na základě detekce stop živočichů byly hodnoceny jejich migrační trasy.

Pro výpočet ekologického, technického a posléze celkového migračního potenciálu byly použity výpočtové kroky uvedené v hlavním metodickém postupu použitým v bakalářské práci: „Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy“ (Anděl et al., 2006), které jsou popsány v následujících podkapitolách. Tento metodický postup vychází z předchozího hlavního dokumentu „Metodická příručka k zajišťování průchodnosti dálničních komunikací pro volně žijící živočichy.“ (Hlaváč & Anděl, 2001). Dále bylo pro účely bakalářské práce využito metodické příručky: „Hodnocení fragmentace krajiny dopravou“ (Anděl et al., 2005) a metodické příručky: „Průchodnost silnic a dálnic pro volně žijící živočichy“ (Anděl, 2011), metodických postupů projektování lokálního ÚSES (Maděra & Zimová, 2005) a základů krajinného plánování (Sklenička, 2003).

3.2. Výpočet migračního potenciálu



Obr. 39 Migrační profil, upraveno podle Anděl et al., 2006

Migrační potenciál definuje pravděpodobnost funkčnosti migračního profilu (Obr. 39). Profil je tedy funkční tehdy, když ho živočichové užívají a když zajišťuje jejich bezpečnou migraci přes pozemní komunikaci. Migrační potenciál určují dvě složky: ekologická a technická (Hlaváč & Anděl, 2001).

3.2.1. Ekologický potenciál

Je vyjádřena pomocí migračního potenciálu ekologického (dále jen MPE). MPE vyjadřuje hodnotu (Tabulka 3), s jakou by pravděpodobně využívali živočichové migrační cestu v tzv. nulové variantě, neboli bez výstavby komunikace a tím pádem bez negativního vlivu na živočichy. Je charakterizován výpočtem $MPE = (MPEA \cdot MPEB)^{1/2}$. MPE je dán dvěma faktory: faktorem významnosti migrační trasy a faktorem rušivých vlivů.

Tabulka 3 Stupnice pro stanovení MPE, zdroj: Anděl et al., 2006

MPE	Celkově	Obecná charakteristika migrační cesty
1,0–0,8	Velmi vysoký Ideální stav	Cesta mimořádného významu, významný podíl pozitivních prvků, bez rušivých vlivů
0,8–0,6	Vysoký Nadprůměrný	Cesta velkého významu, převaha pozitivních prvků, pouze menší rušivé vlivy
0,6–0,4	Střední Průměrný	Cesta středního významu, rovnováha pozitivních a negativních prvků
0,4–0,2	Nízký Podprůměrný	Cesta malého významu, menší podíl pozitivních prvků, výrazné rušivé vlivy
0,2–0,0	Velmi nízký Nefunkční stav	Cesta nefunkční, zásadní rušivé vlivy, cesta bez praktického významu

a) Faktor významnosti migrační trasy (dále jen MPEA) – určuje stálost a pravidelnost využívání migrační cesty. Tento faktor zahrnuje prvky podporující migraci a zvyšuje pravděpodobnost využívání migrační cesty. MPEA se stanoví pomocí map migračních cest, které jsou k dispozici na národní úrovni, dále dat z územního systému ekologické stability (ÚSES) a ze struktury krajiny neboli z přítomnosti prvků, které podporují migraci živočichů. MPEA se stanoví po zhodnocení zmíněných prvků dle tabulky 4.

Jedná se především o tyto prvky podporující migraci živočichů:

- vodní toky
- horské hřebeny a údolí
- okraje lesů
- liniová zeleň (keře podél mezí, aleje)
- cesty k napajedlům
- cesty za potravní nabídkou aj. (Anděl et al., 2006).

Tabulka 4 Stupnice pro stanovení MPEA, upraveno podle Anděl et al., 2006

MPEA	Celkově	Obecná charakteristika
1,0 – 0,8	Velmi vysoký Ideální stav	Cesta mimořádného významu, jednoznačně potvrzená, její přerušení by mělo zásadní negativní vliv na migraci
0,8 – 0,6	Vysoký Nadprůměrný	Cesta velkého významu, potvrzená, její přerušení negativně ovlivní migraci
0,6 – 0,4	Střední Průměrný	Cesta středního významu, jen rámcově potvrzená, její přerušení by mělo pouze dílčí význam
0,4 – 0,2	Nízký Podprůměrný	Cesta malého významu, nejistá, její přerušení nevyvolá významné změny v migraci
0,2 – 0,0	Velmi nízký Nefunkční stav	Cesta nefunkční, pouze odhadovaná, bez významu

b) Faktor rušivých vlivů (dále jen MPEB) – určuje míru snížení migrace živočichů. Rušivé vlivy mohou být v blízkém i vzdálenějším okolí migračního objektu např. osvětlení vozovky, hustota a hluk dopravy apod. Tyto vlivy zvyšují negativní účinnost migračního objektu v kombinaci s již existujícími migračními bariérami. Velký význam pro určení MPEB mají také kategorie živočichů, pro které byl objekt postaven (Graf 1). MPEB se stanoví na základě tabulky 5. Základní rušivé vlivy jsou následující:

- doprava – železniční i silniční
- průmyslové objekty
- těžba nerostných surovin
- osídlení
- zemědělská výroba
- práce na poli a v lese aj. (Anděl et al., 2006).

Tabulka 5 Stupnice pro stanovení MPEB, upraveno podle Anděl et al., 2006

MPEB	Celkově	Obecná charakteristika
1,0 – 0,8	Velmi vysoký Ideální stav	Bez rušivých vlivů v blízkosti, ve větší vzdálenosti jen malé rušivé vlivy
0,8 – 0,6	Vysoký Nadprůměrný	Malé rušivé vlivy v blízkosti, střední vlivy ve větší vzdálenosti
0,6 – 0,4	Střední Průměrný	Střední rušivé vlivy v blízkosti, velký rušivý vliv ve větší vzdálenosti
0,4 – 0,2	Nízký Podprůměrný	Velké rušivé vlivy v blízkosti i ve větší vzdálenosti
0,2 – 0,0	Velmi nízký Nefunkční stav	Extrémní rušivé vlivy v bezprostřední blízkosti migračního profilu znemožňují migraci

3.2.2. Technická složka

Je vyjádřena pomocí migračního potenciálu technického (dále MPT) a definována vlastnostmi migračního objektu: celkovou konstrukcí, rozměry a doprovodnými opatřeními. MPT vyjadřuje předpoklady pro umožnění technického řešení plné migrace živočichů, tzn., v jaké míře budou zachovány původní parametry migrace při realizaci daného objektu. Je charakterizován pomocí výpočtu dvou faktorů $MPT = \sqrt{MPTA \cdot MPTB}$.

a) Faktor technického řešení (dále MPTA) – vyjadřuje vlastní technické řešení migračního objektu, především rozměrové parametry. Stanovuje se z nomogramů uvedených v metodice (Anděl et al., 2006), výpočtů a tabulky 6.

Tabulka 6 Přehled dat pro zpracování MPTA, zdroj: Anděl et al., 2006

Objekt	Označení	Parametr
Podchody	MPTA1	Šířka
	MPTA2	Výška
	MPTA3	Index I = výška · šířka / délka
Nadchody	MPT4	Minimální šířka
	MPT5	Index C = b (maximální okrajová šířka nadchodu)/d (délka nadchodu kolmá na osu komunikace)

Výpočty pro stanovení hodnoty MPTA

ai) pro podchod – jako geometrický průměr (MPTA1, MPTA2, MPTA3)

$$MPTA = (MPTA1 \cdot MPTA2 \cdot MPTA3)^{1/3}$$

a ii) pro nadchod – jako geometrický průměr (MPTA4, MPTA5)

$$MPTA = (MPTA4 \cdot MPTA5)^{1/2}$$

b) Faktor eliminace rušivých vlivů provozu (dále MPTB) – jedná se o opatření snižující nežádoucí vlivy dopravy (hluk, osvětlení). Tyto opatření zvyšují vhodné podmínky pro užívání migračního objektu. Stanovuje se pomocí tabulky 7.

Tabulka 7 Stanovení faktoru eliminace rušivých vlivů (MPTB), zdroj: Anděl et al., 2006

MPTB	Optické vjemy	Pohybové vjemy	Ochrana proti hluku	Ochrana proti osvětlení
1,0	Optimální vegetační úpravy	Přirozený travnatý povrch	Optimální protihluková opatření	Optimální opatření proti osvětlení
0,8	Částečné vegetační úpravy	Přirozená, nezpevněná půda	Částečná protihluková opatření	Částečná opatření proti osvětlení
0,6	Bez opatření, objekt bez vegetačních úprav	Přirozená, zpevněná půda	Bez opatření, bez přirozené protihlukové ochrany	Bez opatření, bez přirozené ochrany proti osvětlení

0,4		Štěrkový povrch, oblázky		
0,2		Betonová a asfaltová plocha		

Výpočet MPT a následně výpočet celkového migračního potenciálu (MP) se provádí pro jednotlivé kategorie živočichů, jež jsou rozděleny dle metodiky podle nároků na migraci. Tohoto rozdělení je využito ve zbytku bakalářské práce.

Kategorie živočichů podle nároků na migraci podle Anděla et al. (2006):

A – medvěd, vlk, rys, kočka divoká, los, jelen

B – prase divoké, srnec, daněk, muflon

C – jezevec, liška, bobr, vydra, drobné kunovité šelmy

3.2.3. Celkový migrační potenciál

Celkový migrační potenciál (dále jen MP) (Tabulka 8) je charakterizován pomocí výpočtu $MP = MPE \cdot MPT$ (Anděl et al., 2005). Výsledný MP může nabývat hodnot pro funkčnost migračního profilu od 0,0 (nefunkčního stavu) po 1,0 (zcela funkčního stavu). Vzorec udává součin složek ekologického a technického migračního potenciálu. Označuje se jako pomocné kritérium při plánování, výstavbě a optimalizaci ekonomického návrhu migračního objektu. Modelově posuzuje, nakolik se změna rozměrů nebo technického řešení, která bude mít vliv na cenu objektu, odrazí se na jeho funkčnosti.

Tabulka 8 Kategorizace MP, zdroj: Anděl et al., 2006

MP	Charakteristika migrační funkčnosti profilu
1,0 – 0,8	Zcela funkční stav blížící se ideálnímu řešení
0,8 – 0,6	Nadprůměrná, vysoká funkčnost, pouze s malými omezeními
0,6 – 0,4	Průměrná, střední funkčnost, se zřetelně omezujícími prvky
0,4 – 0,2	Podprůměrná, nízká funkčnost, řada omezujících prvků
0,2 – 0,0	Nefunkční stav, blíží se úplné neprůchodnosti pro živočichy

4. Charakteristika vybraných zájmových lokalit

V této části bakalářské práce jsou uvedeny a charakterizovány konkrétní lokality, na jejichž územích se nacházejí hodnocené migrační objekty. Lokalita č. 1, oblast vystavěného nadchodu (ekoduktu) na komunikaci R35 u Dolního Újezdu (Obr. 40), nacházejícího se v okrese Přerov a lokalita č. 2, podchodu na komunikaci E75, v Jablunkovském průsmyku.

Vzhledem k požadavkům kladených na zpracování bakalářské práce, zejména zachování adekvátního počtu stran, byly v rámci popisu charakteristik vybraných lokalit uvedeny pouze zásadní informace vztahující se k tématu práce.



Obr. 40 Pohled na východní stranu podchodu (ekodukt) na komunikaci R35, autor: Martin Stolář (21. 10. 2012)

4.1. Charakteristika lokality č. 1

Lokalita č. 1 se nachází v okrese Přerov v Olomouckém kraji. Hlavním rysem území migračního koridoru je množství geograficko – geologických celků, které zajišťují potenciál pro vysokou diverzitu prostředí. Jsou to 3 hlavní celky, Oderské vrchy, Tršická pahorkatina a Moravská brána. Nejvýše položeným jsou Oderské vrchy, kde průměrná nadmořská výška je 300 – 600 m n. m. a nejvyšším vrcholem je Fidlův kopec (680 m n. m.). Pahorkatina v oblasti koridoru na západě přechází v zemědělsky využitelnou rovinu. Oblast MT 10 dle Quitta (Quitt, 1971) se vyznačuje dlouhým, teplým a suchým létem, krátkým přechodným obdobím a mírně teplou a suchou zimou, kterou doprovází velmi krátké trvání sněhové pokrývky. Průměrná teplota se pohybuje okolo 9°C a průměrný srážkový úhrn dosahuje od 550 – 600 mm a převládají severovýchodní, západní a jižní větry, které jsou ovlivňovány morfologií terénu a především Moravskou bránou a Hornomoravským úvalem. Vegetace je na tomto území tvořena květnatými bučinami, ale také smrkovými monokulturami a v údolích suťovými lesy (Libosvár, 2009). Půdy, které zde převažují, jsou černozemě na spraších, ve vyšších polohách hnědozemě a luvizemě, v nivách řek pak glejové fluvizemě (Culek, 1995).



Obr. 41 Lokalita č. 1 podchod na komunikaci R35, mapový podklad www.mapy.cz

Hlavní část sledované lokality je migrační nadchod (ekodukt) na rychlostní komunikaci R35 (Obr. 41). Jedná se o první stavbu tohoto typu na území ČR, která zmírňuje bariérový efekt komunikací a tak napomáhá k migraci živočichů (Anděl, 2011, Libosvár, 2009). Zahájení výstavby nadchodu (ekoduktu) na komunikaci R35 bylo v roce 1996. Nadchod má šířku vlastního migračního profilu 50 m a délka nadchodu je 100 m.

Pozitiva a negativa nadchodu na R35

Tabulka 9 uvedená níže udává pozitiva a negativa, která nese nadchod na rychlostní komunikaci R35 v blízkosti obce Dolní Újezd.

Tabulka 9 Pozitiva a negativa ekoduktu na R35, upraveno podle Anděl, 2011

Pozitiva	Negativa
Zachování spojitosti a krajinného rázu, umístění na původní migrační trase živočichů.	Chybějící naváděcí opatření, pouze nedostatečně dlouhý plot z pletiva, který je v současné době ve špatném stavu.
Polyfunkční stavba (migrace živočichů, stabilizace skalního zářezu).	V okolí ekoduktu nebyla přijata žádná opatření zajišťující jeho dlouhodobé fungování (především stanovení limitů využití území a aktualizace ÚSES). Průchodnost na jih od ekoduktu je velmi komplikovaná (obec Dolní Újezd, silnice I. třídy se strmým neprůchodným svahem apod.). V lesích v blízkosti ekoduktu je hospodařeno běžným holosečným způsobem, část přístupového prostoru k ekoduktu tak blokuje oplocenka a skládka dřeva.
Místní populace živočichů jsou plně přizpůsobené stávajícímu stavu území a zvyklé ekodukt používat. Intenzita migrací závisí na ročním období a pěstované zemědělské plodině.	Vysázená zeleň nerespektuje ekologické nároky dřevin a specifické podmínky (exponované stanoviště, omezený půdní profil, poškození výsadeb živočichy). Zvolené druhy (především buk, dub, lípa) nejsou k ozelenění ekoduktu vhodné (problematické ukotvení, velké stromy mohou při vývratu poškodit konstrukci, dlouhá doba vytvoření souvislého porostu, špatné snášení sucha, okusu atd.). Vhodná je výsadba nižších, „bezúdržbových“ dřevin, např. keřů, habru aj.
	Na lesní cestu, která vede přes ekodukt nebyl omezen vjezd pro motorová vozidla.
	Přes ekodukt vede červená turistická stezka.

I přes vysoký počet negativ, tento nadchod (ekodukt) plní svou funkci. Z pravidelného sledování lokality bylo zjištěno, že nadchod slouží k překonávání rychlostní komunikace např. pro srnce obecného (*Capreolus capreolus*), prase divoké (*Sus scrofa*), zajíce polního (*Lepus europaeus*).

4.2. Charakteristika lokality č. 2

Lokalita č. 2 (Obr. 42) patří do okresu Frýdek – Místek, katastrálního území Jablunkov. Leží v nejvýchodnější části České republiky, Moravskoslezském kraji. Krajina



Obr. 42 Lokalita č. 2 podchod na komunikaci E75, mapový podklad www.mapy.cz



Obr. 43 Podchod na komunikaci E75, autor: Martin Stolář (11. 11. 2012)

lokality je relativně členitá. Území patří do geologického systému Alpínsko – himalájského. Morfologicky nejvyšší místo se nachází na SV okraji katastrálního území, kde nadmořská výška dosahuje 760 m n. m. a nejnižším bodem je údolí řeky Olše na výtoku z katastrálního území. Zbytek území se pohybuje v nadmořské výšce od 400 – 500 m n. m. Lokalita je charakteristická z hlediska půdních typů půdním typem kambizem. Další typy, které se zde v menší míře vyskytují, jsou pseudogleje, glejové půdy, kryptopodzoly a podél toků fluvizemě (Culek, 1995). Sledovaná oblast leží v mírně teplé klimatické oblasti MT 9. Klima je zde charakterizováno dlouhým, teplým létem a mírnou zimou s docela vysokým srážkovým úhrnem (až 800 mm srážek), který je způsoben návětrnou polohou Pobeskydské pahorkatiny (Quitt, 1971).

Hlavní zájmové území, oblast podchodu na silnici E75, jehož výstavba byla zahájena v roce 2006, se nachází v jediné větší nezastavěné ploše v oblasti Jablunkova a Mostů

u Jablunkova. Tato plocha spojuje lesní komplexy Moravskoslezských a Slezských

Beskyd. Z obou stran podchodu je zemědělskou krajinou s roztroušenou zelení a zástavbou. Západní strana podchodu je lemována říčním tokem Ošetnice. Podchod na komunikaci E75 je široký 448 m, dlouhý 8 m a vysoký 18 m (Obr. 43) a s těmito parametry optimálně splňuje požadavky pro migraci velkých savců například jelena lesního (*Cervus elaphus*), rysa ostrovida (*Lynx lynx*), medvěda hnědého (*Ursus arctos*) nebo vlka obecného (*Canis lupus*) (Skořepa, 2009). Největším ohrožením funkčnosti migračního objektu v budoucnu je nová zástavba především z východní strany. Západně od podchodu pak záměr vybudování nové průmyslové zóny (Krajča & Kutal, 2010).

5. Výsledky

5.1. Stanovení migračního potenciálu lokality č. 1

5.1.1. Stanovení migračního potenciálu ekologického

MPE byl na lokalitě č. 1, hodnocen dle metodických postupů uvedených v kapitole 3.2.1., pomocí MPEA a MPEB, v rámci kterých bylo území charakterizováno jako území s migrační trasou velkého významu a její přerušení by mohlo mít negativní vliv na migraci živočichů.

Zhodnocení MPEA

Vzhledem k existenci prvků ÚSES v části migrační trasy jakožto prvků podporující migraci živočichů, dále dle mapy migračních cest (Obr. 2) a vlastního terénního šetření byla tato lokalita pro účely hodnocení MPEA ohodnocena hodnotou **1,0**. Podle tabulky 4, výsledná hodnota ukazuje na cestu mimořádného významu, jednoznačně potvrzenou, jejíž přerušení by mělo zásadní negativní vliv na migraci.

Zhodnocení MPEB

Zhodnocení faktoru rušivých vlivů proběhlo podle uvedených postupů v kapitole 3.2.1. Hodnota MPEB byla vyčíslena na **0,7**. Podle této hodnoty se jedná o malé rušivé vlivy v blízkosti, střední vlivy ve větší vzdálenosti (Tabulka 5), zejména vliv stávajících komunikací, zemědělských sezónních aktivit nebo roztroušené zástavby v blízkém okolí.

Výpočet MPE

Ze zjištěných hodnot byl migrační potenciál ekologický (MPE) vypočítán podle vzorce $MPE = (MPEA \cdot MPEB)^{1/2}$.

$MPE = (1,0 \cdot 0,7)^{1/2} = \mathbf{0,84}$. Vypočítaná hodnota odpovídá dle stupnice pro stanovení MPE (Tabulka 3) „cesta mimořádného významu, významný podíl pozitivních prvků, bez rušivých vlivů“.

5.1.2. Stanovení migračního potenciálu technického

Stanovení MPT bylo provedeno na základě výpočtu dvou faktorů MPTA a MPTB.

Stanovení MPTA

Pro stanovení MPTA byly hodnoty pro kategorie živočichů rozděleny dle metodiky podle nároků na migraci a byly vypočítány podle rozměrů objektu, nomogramu a tab. 6. Výsledky MPTA jsou uvedeny v tabulce 10.

Tabulka 10 Stanovení MPTA

Objekt	Rozměry			MPTA		
	šířka	výška	délka	A	B	C
Nadchod na komunikaci R35	50	-	100	0,8	0,9	1

Vysvětlivky k tabulce 10:

Délka – rozměr kolmý na osu komunikace. Je to vzdálenost, kterou musí urazit živočich, aby se dostal z jedné strany průchodu na druhou.

Šířka – rozměr rovnoběžný s osou komunikace

Kategorie živočichů podle nároků na migraci:

A – medvěd, vlk, rys, kočka divoká, los, jelen

B – prase divoké, srnec, daněk, muflon

C – jezevec, liška, bobr, vydra, drobné kunovité šelmy

Stanovení MPTB

Podle tabulky 7 o rušivých vlivech, byla hodnota MPTB stanovena dle parametrů, které vyjadřují optimální vegetační úpravy, přirozený travnatý povrch, částečná protihluková opatření a částečná opatření proti osvitu. Z této charakteristiky byl MPTB stanoven na hodnotu **0,9**.

Výpočet MPT

MPT pro jednotlivé kategorie živočichů podle nároků na migraci byl vypočítán ze vzorce

$$MPT = \sqrt{MPTA \cdot MPTB}.$$

$$A \quad MPT = \sqrt{0,8 \cdot 0,9} = 0,85$$

$$B \quad MPT = \sqrt{0,9 \cdot 0,9} = 0,9$$

$$C \quad MPT = \sqrt{1,0 \cdot 0,9} = 0,95$$

5.1.3. Výpočet celkového migračního potenciálu

MP pro jednotlivé kategorie živočichů podle nároků na migraci byl vypočítán ze vzorce

$$MP = MPE \cdot MPT.$$

$$A \quad MP = 0,84 \cdot 0,85 = 0,71$$

$$B \quad MP = 0,84 \cdot 0,9 = 0,76$$

$$C \quad MP = 0,84 \cdot 0,95 = 0,8$$

5.2. Stanovení migračního potenciálu lokality č. 2

5.2.1. Stanovení migračního potenciálu ekologického

MPE byl na lokalitě č. 2, hodnocen dle metodických postupů uvedených v kapitole 3., pomocí MPEA a MPEB, v rámci kterých bylo území hodnoceno jako území s migrační trasou velkého významu a její přerušení by mohlo mít negativní vliv na migraci živočichů.

Zhodnocení MPEA

Vzhledem k nižší existenci prvků ÚSES v části migrační trasy a menšího podílu prvků podporujících migraci živočichů (zejména nízký podíl vegetačních prvků) byl MPEA ohodnocena na hodnotu **0,6**. Dle tabulky 4 se jedná o potvrzenou migrační cestu velkého významu a její přerušení negativně ovlivní migraci.

Zhodnocení MPEB

Zhodnocení rušivých vlivů proběhlo podle uvedených postupů v kapitole 3. Hodnota MPEB byla vyčíslena na **0,6**. Podle této hodnoty dle tabulky 5 se jedná o střední rušivé vlivy v blízkosti, velký rušivý vliv ve větší vzdálenosti například přítomnost komunikací, vyšší hustota zástavby apod. Tyto vlivy nejsou patřičnými vegetačními prvky nijak cloněny.

Výpočet MPE

Ze zjištěných hodnot byl vypočítán migrační potenciál ekologický (MPE) podle vzorce

$$MPE = (MPEA \cdot MPEB)^{1/2},$$

$MPE = (0,6 \cdot 0,6)^{1/2} = 0,6$. Vypočtená hodnota odpovídá dle tab. 3 pro stanovení MPE jako: „Cesta velkého významu, převaha pozitivních prvků, pouze menší rušivé vlivy“.

5.2.2. Stanovení migračního potenciálu technického

Stanovení MPT bylo provedeno na základě výpočtu dvou faktorů MPTA a MPTB.

Stanovení MPTA

Pro stanovení MPTA byly hodnoty pro kategorie živočichů rozděleny dle metodiky podle nároků na migraci a byly vypočítány podle rozměrů objektu, nomogramu a tab. 6. Výsledky MPTA jsou uvedeny v tabulce 11.

Tabulka 11 Stanovení MPTA

Objekt	Rozměry			MPTA		
	šířka	výška	délka	A	B	C
Podchod na komunikaci E75	448,4	18	8	0,93	1,0	1,0

Stanovení MPTB

Podle tabulky 7 o rušivých vlivech, byla hodnota MPTB stanovena dle parametrů, které vyjadřují objekt bez vegetačních úprav, přirozený travnatý povrch, bez přirozené protihlukové ochrany a bez přirozené ochrany proti osvětlení. Z této charakteristiky byl MPTB stanoven na hodnotu **0,7**.

Výpočet MPT

MPT pro jednotlivé kategorie živočichů podle nároků na migraci byl vypočítán ze vzorce $MPT = \sqrt{MPTA \cdot MPTB}$.

$$\text{A} \quad MPT = \sqrt{0,93 \cdot 0,7} = \mathbf{0,81}$$

$$\text{B} \quad MPT = \sqrt{1,0 \cdot 0,7} = \mathbf{0,84}$$

$$\text{C} \quad MPT = \sqrt{1,0 \cdot 0,7} = \mathbf{0,84}$$

5.2.3. Výpočet celkového migračního potenciálu

MP pro jednotlivé kategorie živočichů podle nároků na migraci byl vypočítán ze vzorce $MP = MPE \cdot MPT$.

$$\text{A} \quad MP = 0,6 \cdot 0,81 = \mathbf{0,49}$$

$$\text{B} \quad MP = 0,6 \cdot 0,84 = \mathbf{0,5}$$

$$\text{C} \quad MP = 0,6 \cdot 0,84 = \mathbf{0,5}$$

V tabulce níže jsou uvedeny veškeré dosažené hodnoty při výpočtech migračních potenciálů, migračního potenciálu ekologického (MPE), technického (MPT) a celkového migračního potenciálu (MP).

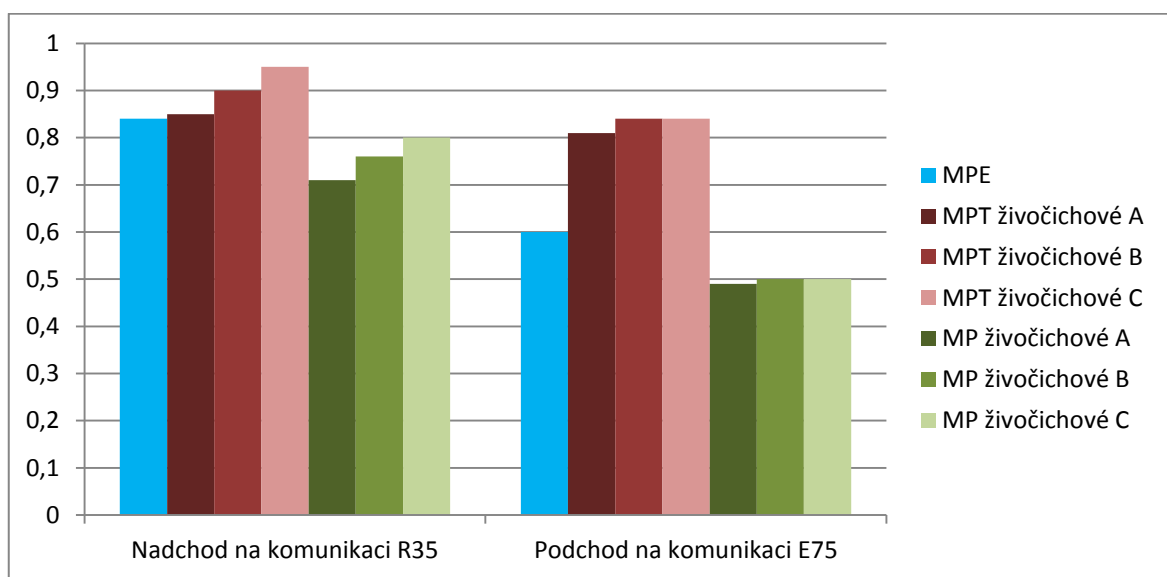
Tabulka 12 Přehled výsledných hodnot výpočtů

Objekt	Rozměry			MPE	MPT			MP		
	šířka	výška	délka		A	B	C	A	B	C
Nadchod na komunikaci R35	50	-	100	0,84	0,85	0,9	0,95	0,71	0,76	0,8
Podchod na komunikaci E75	448,4	18	8	0,6	0,81	0,84	0,84	0,49	0,5	0,5

V grafu 3 jsou zobrazeny a srovnány hodnoty nadchodu (ekoduktu) na komunikaci R35 v lokalitě č. 1 a podchodu na komunikaci E75 v lokalitě č. 2. Ukázalo se, že vyšší hodnoty migračních potenciálů má nadchod a to z důvodu menších rušivých vlivů a vyšší funkčnosti ÚSES v lokalitě.

Hodnocení vybraných migračních objektů probíhalo na základě stanovení migračního potenciálu území. Srovnáním migračního ekologického potenciálu, který je vypočítán pro variantu bez migračních bariér a tudíž i bez migračních objektů s celkovým migračním potenciálem zahrnující ve výpočtech již charakteristiku migračního objektu, bylo dosaženo zhodnocení, o kolik je migrační potenciál výstavbou komunikace změněn a jakých hodnot nabývá, z čehož bylo možné dojít k závěru, zdali je daný migrační objekt funkční nebo nikoliv.

V případě nízké hodnoty migračního potenciálu bylo cílem práce navrhnout rámcová opatření zvyšující funkčnost objektu a tím i migrační potenciál území. Stanovení celkového migračního potenciálu bylo dle zvolené metodiky provedeno pro různé druhy živočichů. V případě lokality č. 1 je migrační potenciál vyhodnocen číslem **0,71** pro A živočichy, pro B živočichy číslem **0,76** a pro C živočichy číslem **0,8**, což v porovnání s ekologickým potenciálem **0,84** bodů značí, rozdíl ekologického a celkového migračního potenciálu je minimální a dle tab. 4 je definován jako zcela funkční stav blíží se ideálnímu řešení. Z těchto výsledků lze vydedukovat, že migrační objekt (ekodukt) je funkční a není třeba navrhovat opatření pro zvýšení migrace. U lokality č. 2 byly zjištěny nižší hodnoty migračních potenciálů. **0,6** ekologický a celkový pro A živočichy **0,49**, pro B živočichy **0,5** a pro C živočichy **0,5**. Z tohoto důvodu byl vypracován rámcový návrh opatření pro zvýšení migračního potenciálu a na základě provedeného návrhu byly hodnoty potenciálů přepočítány.



Graf 3 Srovnání výsledných hodnot migračních potenciálů, nadchodu na komunikaci R35 a podchodu na komunikaci E75

5.3. Rámcový návrh

Jedním z cílů bakalářské práce bylo navrhnout opatření pro zvýšení migračního potenciálů a tak zajistit funkčnost migračního objektu na komunikaci E75. V lokalitě č. 2 byly naměřeny nízké hodnoty migračních potenciálů z důvodu nefunkčnosti lokálního ÚSES a ostatních efektů. Z východní strany podchodu se nachází zemědělsky využívané

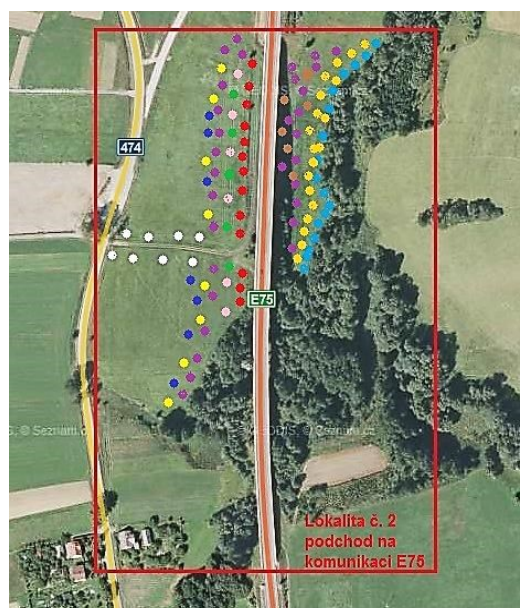
plochy, ze západní strany podchodu je zeleň částečně zajištěna přirozeným výskytem dřevin v říční nivě vodního toku Ošetnice.

Rámcový návrh výsadby (Obr. 44) za účelem zvýšení efektivnosti migračního objektu byl vytvořen se snahou ze západní strany podchodu navázat na říční nivu a z východní přeměnit zemědělské pozemky na krajinu více umožňující migraci živočichů. Zároveň z východní strany podchodu může být navrhovaná výsadba např. topolu černého (*Populus nigra*) (Tabulka 13), využita jako větrolam omezující například větrnou erozi, hluk a svit z komunikace.

Návrh byl vyřešen tak, aby podchod měl povahu plně funkčního migračního objektu, odpovídal druhové diverzitě prostředí a vyhovoval migraci všech hlavních zájmových kategorií živočichů. Zejména by navrhovaná výsadba měla pozitivní efekt na odclonění rušivých vlivů, které pocházejí v současném stavu z místních komunikací.

Tabulka 13 Počty navrhovaných druhů

Druh	Počet
Vrby (<i>Salix</i>)	15
Topol osika (<i>Populus tremula</i> Linné)	10
Jasan ztepilý (<i>Fraxinus excelsior</i>)	25
Olše lepkavá (<i>Alnus glutinosa</i>)	10
Topol černý (<i>Populus nigra</i>)	13
Lípa srdčitá (<i>Tilia cordata</i>)	6
Ptačí zob (<i>Ligustrum vulgare</i>)	5
Růže šípková (<i>Rosa canina</i>)	8
Bez černý (<i>Sambucus nigra</i>)	7
Trnka obecná (<i>Prunus spinosa</i>)	8



Obr. 44 Návrh výsadby podchodu na komunikaci E75, mapový podklad www.mapy.cz

5.4. Stanovení migračního potenciálu lokality č. 2 s návrhem

5.4.1. Stanovení migračního potenciálu ekologického

MPE byl na lokalitě č. 2, hodnocen dle metodických postupů uvedených v kapitole 3., pomocí MPEA a MPEB, v rámci kterých bylo území charakterizováno jako území s migrační trasou velkého významu a její přerušení by mohlo mít negativní vliv na migraci živočichů.

Stanovení MPEA

V důsledku navržení výsadby došlo k zvýšení existenci prvků ÚSES v části migrační trasy a zvýšení podílu prvků podporujících migraci živočichů (zejména vyšší podíl vegetačních prvků) byl MPEA ohodnocena na hodnotu **0,8**. Dle tabulky 4 se jedná o potvrzenou migrační cestu velkého významu a její přerušení negativně ovlivní migraci.

Stanovení MPEB

Zhodnocení rušivých vlivů proběhlo podle uvedených postupů v kapitole 3. Vzhledem k navrhované výsadbě, v lokalitě č. 2 by rušivé vlivy migraci neovlivňovaly natolik, jako ve variantě bez návrhu proto byla hodnota MPEB vyčíslena dle tabulky 5 na **0,9**.

Výpočet MPE

Ze zjištěných hodnot byl vypočítán migrační potenciál ekologický (MPE) podle vzorce $MPE = (MPEA \cdot MPEB)^{1/2}$,

$MPE = (0,6 \cdot 0,9)^{1/2} = \mathbf{0,85}$. Vypočtená hodnota odpovídá dle stupnice pro stanovení MPE (Tabulka 3) „**Cesta mimořádného významu, významný podíl pozitivních prvků, bez rušivých vlivů**“.

5.4.2. Stanovení migračního potenciálu technického

Stanovení MPT bylo provedeno na základě výpočtu dvou faktorů MPTA a MPTB.

Stanovení MPTA

Pro stanovení MPTA byly hodnoty pro kategorie živočichů rozděleny dle metodiky podle nároků na migraci a byly vypočítány podle rozměrů objektu, nomogramu a tab. 6. Výsledky MPTA jsou uvedeny v tabulce 14. Hodnoty byly zachovány z předchozí varianty bez návrhu, neboť nedošlo k návrhu úpravy vlastního migračního objektu.

Tabulka 14 Stanovení MPTA

Objekt	Rozměry			MPTA		
	šířka	výška	délka	A	B	C
Podchod na komunikaci E75	448,4	18	8	0,93	1,0	1,0

Stanovení MPTB

Podle tabulky 7 o rušivých vlivech, byla hodnota MPTB stanovena dle parametrů, které vyjadřují objekt s optimální vegetační úpravou, přirozeným travnatým povrchem, optimálním protihlukovým opatřením a s optimálním opatřením proti osvit. Z této charakteristiky byl MPTB stanoven na hodnotu **1,0**.

Výpočet MPT

MPT pro jednotlivé kategorie živočichů podle nároků na migraci byl vypočítán ze vzorce $MPT = \sqrt{MPTA \cdot MPTB}$.

$$\text{A} \quad MPT = \sqrt{0,93 \cdot 1,0} = \mathbf{0,96}$$

$$\text{B} \quad MPT = \sqrt{1,0 \cdot 1,0} = \mathbf{1,0}$$

$$\text{C} \quad MPT = \sqrt{1,0 \cdot 1,0} = \mathbf{1,0}$$

5.4.3. Výpočet celkového migračního potenciálu

MP pro jednotlivé kategorie živočichů podle nároků na migraci byl vypočítán ze vzorce $MP = MPE \cdot MPT$.

$$\text{A} \quad MP = 0,85 \cdot 0,96 = \mathbf{0,82}$$

$$\text{B} \quad MP = 0,85 \cdot 1,0 = \mathbf{0,85}$$

$$\text{C} \quad MP = 0,85 \cdot 1,0 = \mathbf{0,85}$$

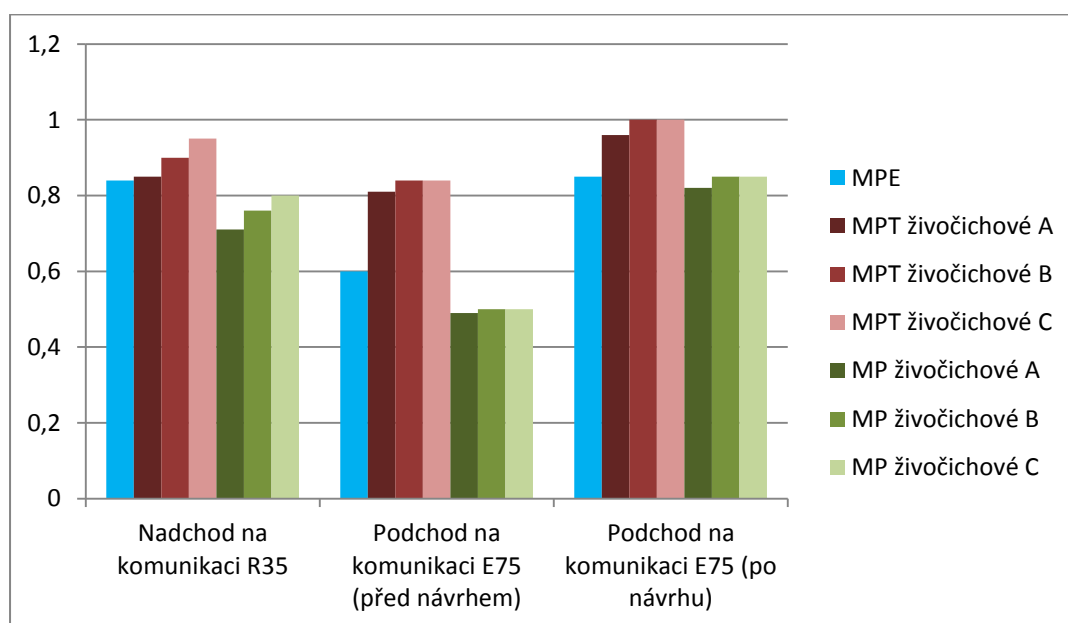
V tabulce níže jsou uvedeny veškeré dosažené hodnoty při výpočtech migračních potenciálu, migračního potenciálu ekologického (MPE), technického (MPT) a celkového migračního potenciálu (MP) a jsou porovnány s hodnotami před rámcovým návrhem opatření.

Tabulka 15 Srovnávací tabulka výsledných hodnot výpočtů

Objekt	Rozměry			MPE	MPT			MP		
	šířka	výška	délka		A	B	C	A	B	C
Nadchod na komunikaci R35	50	-	100	0,84	0,85	0,9	0,95	0,71	0,76	0,8
Podchod na komunikaci E75 (před návrhem)	448,4	18	8	0,6	0,81	0,84	0,84	0,49	0,5	0,5
Podchod na komunikaci E75 (po návrhu)	448,4	18	8	0,85	0,96	1,0	1,0	0,82	0,85	0,85

Graf 4 srovnává a zobrazuje hodnoty migračních potenciálů obou migračních objektů, nadchodu (ekoduktu) na komunikaci R35 v lokalitě č. 1 u Dolního Újezdu a podchodu na komunikaci E75 v lokalitě č. 2 v oblasti Jablunkovského průsmyku. Dále srovnává naměřené hodnoty na podchodu v lokalitě č. 2 před návrhem a po návrhu výsadby. Z grafu je patrný procentuální nárůst hodnot (Tabulka 16) ve variantě s návrhem výsadby, který činí po zprůměrování hodnot MP pro jednotlivé kategorie **69,1 %**. Z vypočítaných hodnot lze říci, že u podchodu na komunikaci E75 se výsadbou docílilo zvýšení migrační schopnosti a lze považovat migrační objekt v takovéto variantě za zcela

funkční. Zároveň graf srovnává hodnoty migračního potenciálu ekologického (MPE), což znamená bez migračního objektu a celkový migrační potenciál (MP) kde je již započítán migrační objekt, z čehož vyplývá, že u nadchodu v lokalitě č. 1 byly zjištěny hodnoty nižší v případě výpočtu celkového migračního potenciálu (MP) avšak zanedbatelného rozdílu oproti MPE a proto lze objekt považovat za zcela funkční. U migračního podchodu na komunikaci E75 byly hodnoty MP nízké, proto zde dochází k malé migraci živočichů, avšak s návrhem výsadby v této oblasti lze docílit po přepočítání i vyšších hodnot MP oproti MPE což by poukazovalo na efekt zvýšení atraktivity prostředí vhodnou výsadbou a z hlediska migrace živočichů lze taktéž předpokládat její zvýšení.



Graf 4 Srovnání hodnot nadchodu a podchodu s hodnotami návrhu výsadby podchodu na komunikaci E75

Tabulka 16 Procentuální nárůst u podchodu na komunikaci E75

Migrační potenciály	Nárůst v % oproti podchodu bez návrhu výsadby
MPE	41,6%
MPT živočichové A	18,5%
MPT živočichové B	19%
MPT živočichové C	19%
MP živočichové A	67,3%
MP živočichové B	70%
MP živočichové C	70%

6. Diskuze

Téměř každý člověk na Zemi využívá některého dopravního prostředku, ať už k přepravě osobní nebo k přepravě nákladů. Nejvíce využívanou sférou dopravy je doprava automobilová a s ní související výstavby silnic a dálnic. S tímto jevem je spojeno riziko úmrtnosti živočichů, kteří se snaží, mnohdy velice neúspěšně, překonávat dopravní stavby.

Tento celosvětový problém má řešení, aniž by se musela výrazně omezit doprava. Na řešení poukazuje z velké části tato bakalářská práce. Řešením jsou především migrační objekty. Je to nákladná operace, ale myslím si, tak jako například Anděl et al. (2005), Hlaváč & Anděl (2001) nebo Libosvár (2011), kteří ve svých závěrech poukazují na to, že dnešní společnost zapomíná, co příroda na Zemi představuje, a proto je třeba jí udržovat a vracet jí to co pro lidstvo udělala. Tyto řešení stojí spousty finančních prostředků, ale na druhou stranu střet automobilu s živočichy se ročně finančně velice přibližuje prostředkům vynaloženým k řešení tohoto problému.

Před výstavbou objektů je nezbytné zmapování území a vyhlášení MVÚ. Tyto území jsou novodobým nástrojem a důležitým kritériem v rámci procesů územního plánování.

V praktické části bakalářské práce byly hodnoceny a zjišťovány funkčnosti dvou velice živočichy využívaných migračních objektů v České republice a to nadchod na komunikaci R35 u Dolního Újezdu, lokalita č. 1 a podchod na komunikaci E75 v oblasti Jablunkovského průsmyku, lokalita č. 2. Obě řešené lokality představují z hlediska důležitosti transportu silnice I. třídy, což jsou silnice státního a mezinárodního významu navazující na silniční síť jiných států a tvoří mezinárodní síť silnic, které doporučuje a vymezuje Evropská hospodářská komise OSN. Tato skutečnost potvrzuje fakt, že z hlediska vysoké frekvence využívání migračních tras živočichů a zároveň vysoké frekvence využívání komunikací silniční dopravou je důležité tyto dva fenomény správně skloubit tak, aby si navzájem neodporovaly a byly zajištěny obě funkce současně (Anděl et al., 2010).

Ze zjištěných skutečností a hodnot byl u každé lokality vypočítán migrační potenciál ekologický (MPE), migrační potenciál technický (MPT) a na základě těchto dvou složek celkový migrační potenciál (MP).

Výsledky pro lokalitu č. 1 prokazují, že celkový migrační potenciál (MP) je **0,71** pro A živočichy (medvěd, vlk, rys, jelen apod.), **0,76** pro B živočichy (prase divoké, srnec, daněk apod.) a **0,8** pro C živočichy (jezevec, liška, drobné kunovité šelmy apod.). Tyto výsledky, které zahrnují ekologický potenciál migrační trasy a taktéž technický potenciál migračního objektu, vyjadřují dle tab. 8, že funkčnost migračního profilu je pro A a B živočichy nadprůměrná nebo vysoká pouze s malými omezeními a pro C živočichy je zcela funkční blížící se ideálnímu řešení. Z těchto výsledků lze vydedukovat, že migrační objekt (ekodukt) je funkční a není třeba navrhovat opatření pro zvýšení migrace. K téměř shodným závěrům dospěl ve svých výzkumech Ing. Tomáš Libosvár (Libosvár, 2009), který podobný výzkum na téže lokalitě uskutečnil v roce 2009 s využitím stejné metodiky, jako byla použita v bakalářské práci.

U lokality č. 2 byly zjištěny hodnoty celkového migračního potenciálu (MP) pro A živočichy **0,49**, pro B živočichy **0,5** a pro C živočichy **0,5**. Tyto nižší hodnoty poukazují na sníženou funkčnost migračního profilu, dle tab. 8 se jedná o průměrnou a střední funkčnost, se zřetelně omezujícími prvky. Mezi tyto omezující prvky na této lokalitě patří zejména charakter krajiny, která je především zemědělského rázu bez dílčích přerušení liniovou zelení nebo keřovitých ostrůvků, dále blízkost zástavby, silnic a zejména téměř nefunkční lokální ÚSES.

Z důvodu nízké funkčnosti migračního objektu (podchodu) v Jablunkovském průsmyku (lokalita č. 2) byl vypracován vlastní rámcový návrh opatření pro zvýšení migračního potenciálu spočívající v návrhu výsadby dřevin a keřů v okolí objektu. Na základě tohoto návrhu byly opětovně vypočítány migrační potenciály. MP vzrostl pro A živočichy na **0,82**, pro B živočichy na **0,85** a pro C živočichy na **0,85**. Nové výsledky ukázaly, že hodnoty výrazně stouply a s tímto výsledkem taktéž narostla pravděpodobnost migrační funkce podchodu a charakteristika migračního profilu stoupla na zcela funkční stav blížící se ideálnímu řešení.

V České republice existuje několik metodických příruček, které řeší migraci živočichů a problémy s ní spojené. Pro bakalářskou práci bylo využito metodického postupu „Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy“ (Anděl et al., 2006), který se nejvíce hodí povahou k hodnocení migračních objektů v krajině. Bylo využito tohoto dokumentu a ne hlavní „Metodické příručky k zajišťování průchodnosti dálničních komunikací pro volně žijící živočichy.“ (Hlaváč &

Anděl, 2001), z důvodu pochopitelnějšího vyjádření výpočtu migračních potenciálů. I přes toto pozitivum, byl metodický postup obtížný, například v semikvantifikaci výpočtu ekologického a technického potenciálu, subjektivním hodnocení některých prvků potřebných k výpočtu potenciálů, nezahrnutí dlouhodobého vývoje vegetace do výpočtu.

7. Závěr

Bakalářská práce je rozdělena na dvě hlavní části. Na část rešeršní a část praktickou. Rešeršní část je zaměřena na migrační objekty, fragmentaci krajiny, migraci živočichů a na nejčastěji ohrožené obratlovce migračními bariérami. Části jsou rozděleny do těchto hlavních kapitol, úvod, úvod do problematiky, metodika, charakteristika vybraných zájmových lokalit, výsledky, rámcový návrh, diskuze, závěr. V rešeršní části se především pojednává o hlavním řešeném problému této práce, a to funkčnosti migračních objektů v krajině. Jedná se zejména o migrační objekty sloužící k znovu obnovení migračních koridorů, porušených zvláště silniční dopravou, tzv. ekoduktů.

Praktickou část tvoří charakteristika vybraných zájmových lokalit. Lokality č. 1 nadchod (ekodukt) na komunikaci R35 nacházející se na Přerovsku u Dolního Újezdu a lokality č. 2, podchodu na komunikaci E75 v Jablunkovském průsmyku. U každé lokality byly na základě dlouhodobého pozorování a sběru informací a pomocí metodiky „Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy“ (Anděl et al., 2006) vypočítány migrační potenciály: ekologický (MPE), technický (MPT) a celkový migrační potenciál (MP). Následně z výsledných hodnot bylo určeno srovnáním migračního potenciálu ekologického (lokalita bez migračního objektu) a celkového migračního potenciálu (lokalita s migračním objektem). Bylo zjištěno, na základě vypočtených hodnot, že zcela funkční stav migračního objektu je v lokalitě č. 1, nadchod (ekodukt) na komunikaci R35. Zatímco u lokality č. 2, podchod na komunikaci E75, byly vypočítány hodnoty menší a tudíž nedostačující funkčnost pro cílové kategorie živočichů A, B, C. Menší hodnoty byly zjištěny na základě vypořádání množství rušivých vlivů, špatné funkčnosti lokálního ÚSES a nedostatečné výsadby v oblasti migračního objektu. Na základě tohoto zjištění byl vytvořen vlastní rámcový návrh pro zvýšení funkčnosti objektu, zejména návrhem výsadby vhodných dřevin pro podchod v lokalitě č. 2. Výsledek tohoto návrhu vedl k přepočítání výpočtu migračních potenciálů a způsobil, že funkčnost objektu by se mohla použitím navrhovaných opatření zvýšit průměrně o **69,1%** a zajistit tak lepší migrační podmínky pro živočichy.

Téma bakalářské práce považuji za atraktivní a v dnešní době aktuální a dále bych v této problematice velice rád pokračoval v diplomové práci.

8. Seznam použité literatury

- ALERSTAM, T., HEDENSTROM, A., AKESSON, S. *Long-distance migration: evolution and determinants*. Oikos. 2003, roč. 103, č. 2, s. 247-260. ISSN 0030-1299.
- ANDĚL, P., GORČICOVÁ, I., HLAVÁČ, V., ANDĚLOVÁ, H., MIKO, L. *Hodnocení fragmentace krajiny dopravou: Metodická příručka*. Praha: Evernia s.r.o., 2005. 67 s.
- ANDĚL, P., ANDREAS, M., BLÁHOVÁ, A., GORČICOVÁ, I., HLAVÁČ, V., MINÁRIKOVÁ, T., ROMPORTL, D., STRNAD, M. *Migrační koridory pro velké savce v České republice*. Liberec: Evernia, 2010, 1 mapa. ISBN 978-80-903787-6-6.
- ANDĚL, P., HLAVÁČ, V., LENNER, R. *Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy: technické podmínky: schváleno MD-OPK čj. 413/06-120-RS/2 ze dne 27. 7. 06 s účinností od 1. srpna 2006, ev.č. TP 180. 1. vyd. Praha: Ministerstvo dopravy, odbor pozemních komunikací, 2006, 92 s. ISBN 80-903-7870-6.*
- ANDĚL, P. *Průchodnost silnic a dálnic pro volně žijící živočichy: metodická příručka*. Vyd. 1. Liberec: Evernia, 2011, 154 s. ISBN 978-809-0378-742.
- ANDĚRA, M., ČERVENÝ, J. *Savci: Ottova encyklopedie. 1. vyd.* Ilustrace Pavel Dvorský, Viera Postníková. Praha: Albatros, 2000, 153 s. Svět zvířat, sv. 3. ISBN 80-000-0829-7.
- ANDĚRA, M., HANZAL, V. *Atlas rozšíření savců v České republice: Atlas of the mammals of the Czech Republic : předběžná verze*. Praha: Národní muzeum, 1995, 64 s. ISBN 80-703-6024-0.
- BEARDSLEY, TIMOTHY M., HEDENSTROM, A., AKESSON, S. *Progress on Roads Well Traveled: evolution and determinants*. BioScience. 2007, roč. 57, č. 2, 99 s. ISSN 0006-3568.
- BOWLIN, M. S., BISSON, IA., SHAMOUN-BARANES, J., REICHARD, J. D., SAPIR, N., MARRA P. P., KUNZ, T. H., WILCOVE, D. S., HEDENSTROM, A., GUGLIELMO, C. G., AKESSON, S., RAMENOFKY, M., WIKELSKI, M. *Grand Challenges in Migration Biology. Integrative and Comparative Biology*. 2010, roč. 50, č. 3, 261-279 s. ISSN 1540-7063.
- BUČEK, A., LACINA, J. *Veronica - Časopis ochránců přírody: Územní systémy ekologické stability*. Brno: ČSOP Brno, 1993.
- BUKOVJAN, K., HAVRÁNEK, F. *Zajíc polní*. Ministerstvo zemědělství, 1998, 24 s.
- CLEVENGER, T. *Highways through habitats: The Banff Wildlife Crossings Project*. Transportation Research News 249. 2007, 14-17 s.

- CULEK, M. *Biogeografické členění české republiky*. Praha: Enigma, 1995, 347s.
- ČERVENÝ, J. *Myslivost: Ottova encyklopedie*. 2., upr. vyd. Praha: Ottovo nakladatelství, 2010, 591 s. ISBN 978-80-7360-895-8.
- ESSWEIN, H. *Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg: Zerschneidungsanalyse zur aktuellen Situation und zur Entwicklung der letzten 70 Jahre mit der effektiven Maschenweite*. Stuttgart: Akad. für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, 2002. ISBN 39-346-2969-5.
- FRYXELL, J. M., SINCLAIR, A. R. E. *Causes and consequences of migration by large herbivores*. Trends in Ecology. 1988, roč. 3, č. 9, 237-241 s. ISSN 01695347.
- HETHERINGTON, D. A., MILLER D. R., MACLEOD C. D., GORMAN, M. L. *A potential habitat network for the Eurasian lynx Lynx lynx in Scotland*. Mammal Review. 2008, roč. 38, č. 4, 285-303 s. ISSN 03051838.
- HLAVÁČ, V., ANDĚL, P. *Metodická příručka k zajišťování průchodnosti dálničních komunikací pro volně žijící živočichy*. Havlíčkův Brod: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2001, 35 s. ISBN 80-860-6460-3.
- HOMOLKA, M. *Moose (Alces alces) in the Czech Republic: chances for survival in the man-made landscape*. Brno: Academy of Sciences of the Czech Republic, Institute of Vertebrate Biology, 1998, 46 s. ISBN 80-238-3132-1.
- CHILSON, P. *Cutting Edge: Right of way*. Audubon magazine. 2003.
- ĘDRZEJEWSKI, W. J., SCHMIDT, K., THEUERKAUF, J., ĘDRZEJEWSKA, B. J., KOWALCZYK, R. *Territory size of wolves Canis lupus: linking local (Białowieża Primeval Forest, Poland) and Holarctic-scale patterns*. Ecography. 2007, roč. 30, č. 1, 66-76 s. ISSN 09067590.
- JUREČEK, R., VALACHOVIČ, D. *Metodika: získania terénnych údajov pre zabezpečenie migračného profilu voľne žijúcich živočíchov cez diaľnicu D2 a železničnú trať č. 110 (Bratislava - Kúty)*. Malacky: Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, 2006.
- KRAJČA, T., KUTAL, M. *Migrace velkých savců v Jablunkovském průsmyku*. Olomouc: Hnutí Duha Olomouc, 2010.
- KUŠTA, T. *Posouzení vlivu pozemních komunikací na mortalitu a migraci velkých savců*. Praha, Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2011.
- LIBOSVÁR, T. *Ekodukty: Pojem "ekodukt"*. In: [online]. [cit. 2012-11-17]. Dostupné z: <http://www.ceskedalnice.cz/dalnicni-sit/ekodukty>

- LIBOSVÁR, T. *Návrh optimálního fungování ekoduktu v krajině*. Brno, Diplomová práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Vedoucí práce doc. Ing. Antonín Buček CSc. 2009.
- LINNELL, J. D. C., ODDEN, J., KACZENSKY, P., SWENSON, J. E. *Carnivores and sheep farming in Norway*. NINA Oppdragsmeld 443, 1996, 1-108 s.
- LIPSKÝ, Z. *Krajinná ekologie: pro studenty geografických oborů*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1998, 129 s. ISBN 80-718-4545-0.
- LUELL, B., European Co-operation in the Field of Scientific and Technical RESEARCH. *COST 341: Habitat fragmentation due to transportation infrastructure : wildlife and traffic; European handbook for identifying conflicts and designing solutions*. Brussels: KNNV Publishers, 2003. ISBN 90-501-1186-6.
- MADĚRA, P., ZIMOVÁ, E. *Metodické postupy projektování lokálního ÚSES: Multimediální učebnice*. Brno: Löw & spol., s.r.o., 2005. CD-ROM
- Metodika zpracování ÚSES do územních plánů sídelních útvarů: Návod na užívání ÚTP regionálních a nadregionálních ÚSES ČR. Brno: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 1997, roč. 1, č. 1.
- NEPOMUCKÝ, P. *Krajinné plánování*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1996, 100 s. ISBN 80-707-8371-0.
- ANDĚL, P., MINÁRIKOVÁ, T., ANDREAS, M. *Ochrana průchodnosti krajiny pro velké savce*. Vyd. 1. Liberec: Evernia, 2010, 137 s. ISBN 978-809-0378-759.
- QUITT, E. *Klimatické oblasti Československa: Studia geographica – Svazek 16*. Brno: Academia, 1971, 73 s.
- RICHARD, E., GAILLARD, JM., SAÏD, S., HAMAN, JL., KLEIN, F. *High red deer density depresses body mass of roe deer fawns*. *Oecologia*. 2010, roč. 163, č. 1, 91-97 s. ISSN 0029-8549.
- SCHERER, Pavel. Etologické a sociální aspekty podzimních a zimních tlup srnčí zvěře. *Myslivost*. č. 12, 2009, 30 s.
- SKLENIČKA, P. *Základy krajinného plánování*. Vyd. 2. Praha: Naděžda Skleničková, 2003, 321 s. ISBN 80-903-2061-9.
- SKOŘEPA, J. *Územní plán Jablunkov: Posouzení vlivů dle zákona č. 100/2001 Sb*. Ostrava: Aquatest a.s., 2009.

ŠKALOUD, V. *Liška a větší šelmy: psík mývalovitý, mýval, liška, šakal, medvěd, rys, kočka*. Vyd. v češtině 1. Ilustrace Oldřich Tripes. Praha: Brázda, 2009, 259 s. ISBN 978-80-209-0372-3.

VESELOVSKÝ, Z., HANZÁK, J. *Světlem zvířat díl I. - Savci*. 3. vyd. Praha: Albatros, 1975, 560 s.

ARC - ANIMAL ROAD CROSSING. ARC [online]. 2013 [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://arc-solutions.org/>

10. Seznam obrázků

Obr. 1 Mapa migračně významných území	4
Obr. 2 Mapa dálkových migračních koridorů	5
Obr. 3 Mapa migračních bariér	5
Obr. 4 Jelen lesní	7
Obr. 5 Mapa výskytu jelena v ČR	7
Obr. 6 Jelen lesní – stopy (a) chůze, (b) běh	7
Obr. 7 Los evropský	8
Obr. 8 Mapa výskytu losa v ČR	8
Obr. 9 Srnec obecný	9
Obr. 10 Mapa výskytu srnce v ČR	9
Obr. 11 Srnec obecný – stopy (a) chůze, (b) běh	9
Obr. 12 Prase divoké	10
Obr. 13 Mapa výskytu prasete divokého v ČR	10
Obr. 14 Prase divoké – stopy (a) chůze, (b) běh	10
Obr. 15 Rys ostrovid	11
Obr. 16 Mapa výskytu rysa v ČR	11
Obr. 17 Rys ostrovid – stopy (a) chůze, (b) běh	11
Obr. 18 Medvěd hnědý	12
Obr. 19 Mapa výskytu medvěda v ČR	12
Obr. 20 Vlk obecný	13
Obr. 21 Mapa výskytu vlka v ČR, zdroj	13
Obr. 22 Vlk obecný – stopy (a) chůze, (b) běh	13
Obr. 23 Vzájemně propojené subjekty fragmentace krajiny.....	16
Obr. 24 Tunelovitý typ ekoduktu	21
Obr. 25 Typ ekoduktu s hyperbolickým půdorysem	22
Obr. 26 Klenutý typ ekoduktu	22
Obr. 27 Ekodukt ve Francii	22
Obr. 28 Grevesmühlen (Německo)	22
Obr. 29 Can Pagá ve Vallés Oriental (Španělsko)	23
Obr. 30 Natuurbrug Zanderij Crailo (Nizozemsko)	23
Obr. 31 Národní park Hoge Kempen (Belgie)	23
Obr. 32 Ekodukt Ivačevo Brdo (Chorvatsko)	23
Obr. 33 Rezervace Wachtung v New Jersey (USA)	24
Obr. 34 Rezervace Flathead Indian v Montaně (USA)	24
Obr. 35 Příkopy pro aligátory Florida (USA)	24
Obr. 36 Národní park Banff Alberta (Kanada)	24
Obr. 37 Přechod pro kraby v národním parku Christmas Island (Austrálie)	25
Obr. 38 Podchod pro slony (Kenya)	25
Obr. 39 Migrační profil	28
Obr. 40 Pohled na východní stranu podchodu (ekodukt) na komunikaci R35	32
Obr. 41 Lokalita č. 1 podchod na komunikaci R35	33
Obr. 42 Lokalita č. 2 podchod na komunikaci E75	34
Obr. 43 Podchod na komunikaci E75	34
Obr. 44 Návrh výsadby podchodu na komunikaci E75	41

11. Seznam grafů

Graf 1 Rozdělení vybraných volně žijících živočichů do kategorií podle nároků na migrační objekty. Kategorie A-největší nároky až kategorie G-nejmenší nároky.....	15
Graf 2 Kategorizace průchodů přes komunikace.....	20
Graf 3 Srovnání výsledných hodnot migračních potenciálů, nadchodu na komunikaci R35 a podchodu na komunikaci E75	40
Graf 4 Srovnání hodnot nadchodu a podchodu s hodnotami návrhu výsadby podchodu na komunikaci E75	44

12. Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehled středních a velkých savců, jejich migrace a rozšíření v ČR ..	14
Tabulka 2 Opatření redukující mortalitu	26
Tabulka 3 Stupnice pro stanovení MPE	28
Tabulka 4 Stupnice pro stanovení MPEA	29
Tabulka 5 Stupnice pro stanovení MPEB	29
Tabulka 6 Přehled dat pro zpracování MPTA.....	30
Tabulka 7 Stanovení faktoru eliminace rušivých vlivů (MPTB)	30
Tabulka 8 Kategorizace MP	31
Tabulka 9 Pozitiva a negativa ekoduktu na R35	33
Tabulka 10 Stanovení MPTA.....	37
Tabulka 11 Stanovení MPTA.....	38
Tabulka 12 Přehled výsledných hodnot výpočtů	39
Tabulka 13 Počty navrhovaných druhů.....	41
Tabulka 14 Stanovení MPTA.....	42
Tabulka 15 Srovnávací tabulka výsledných hodnot výpočtů.....	43
Tabulka 16 Procentuální nárůst u podchodu na komunikaci E75	44

13. Fotografická příloha



Příloha 1 Pohled z východní strany nadchodu (ekodukt) na komunikaci R35, autor: Martin Stolař (21. 10. 2012)



Příloha 2 Trasy živočichů na nadchodu (ekodukt) na komunikaci R35, autor: Martin Stolař (21. 10. 2012)



Příloha 3 Trasy živočichů v přilehlých částech ekoduktu, autor: Martin Stolař (21. 10. 2012)



Příloha 4 Srnčí trus, autor: Martin Stolář (21. 10. 2012)



Příloha 5 Stopa srny, autor: Martin Stolář (21. 10. 2012)



Příloha 6 Nadchod (ekodukt) na komunikaci R35 z východní strany v zimě, autor: Martin Stolář (13. 1. 2013)



Příloha 7 Vyšlapané cesty živočichy v okolí nadchodu (ekoduk) na komunikaci R35, autor: Martin Stolář (13. 1. 2013)



Příloha 8 Pohled na ekodukt u Dolního Újezdu ze západní strany, autor: Martin Stolář (13. 1. 2013)



Příloha 9 Pohled na východní stranu podchodu na komunikaci E75 v Jablunkovském průsmyku, autor: Martin Stolař (11. 11. 2012)



Příloha 10 Podchod na komunikaci E75, autor: Martin Stolař (11. 11. 2012)



Příloha 11 Vodní tok v blízkosti podchodu v Jablunkovském průsmyku, autor: Martin Stolař (11. 11. 2012)



Příloha 12 Výskyt srnce obecného v lokalitě podchodu na komunikaci E75, autor: Martin Stolář (11. 11. 2012)



Příloha 13 Pohled na západní stranu podchodu na komunikaci E75 v Jablunkovském průsmyku, autor: Martin Stolář (11. 11. 2012)



Příloha 14 Silnice E75 v Jablunkovském průsmyku, autor: Martin Stolář (11. 11. 2012)